GODINA XXIII

ČOVJEK I SVEMIR

ČASOPIS ZAGREBAČKE ZVJEZDARNICE 4 1979/1980.



YU ISSN-0350-6207

ČOVJEK I SVEMIR

ZNANSTVENO POPULARNI ČASOPIS 4



Časopis »Čovjek i svemir« izlazi 6 puta godišnje (u skladu sa školskom godinom).

POJEDINI BROJ STOJI 10 DINARA.

Za učenike u školama i ostale čitatelje koji časopis primaju organizirano (preko školskih povjerenika)

POJEDINI BROJ STOJI 7 DINARA.

Astronomsko-astronautički časopis »Čovjek i svemir« izdaje Zvjezdarnica u Zagrebu u suradnji s astronomskim društvima u SRH. Godišnja pretplata iznosi 60 n. din. Pojedini broj stoji 10 n. d. Za učenike koji časopis primaju preko povjerenika u školi pojedini broj stoji 7 n. din. (godišnje 42 n. din.) Povjerenikom časopisa može postati svaki nastavnik (a i učenik) ako želi na svojoj školi propagirati naš časopis te prikupi 5 pretplatnika i redovito za njih šalje pretplatu. U tom slučaju povjerenik dobiva besplatno jedan primjerak časopisa i naknadu za poštanske troškove. Povjerenik koji prikupi 10 ili više pretplatnika dobiva 2, povjernik s 50 ili vise pretplatnika — 3, a povjerenik sa 100 ili više pretplatnika — 4 primjerka časopisa besplatno i naknadu poštanskih troškova. Pretplata se može slati za svaki broj posebno, za pola godine ili odjednom za čitavu godinu, čekovnom uplatnicom koja se već nalazi u paketu u kojem dolazi časopis. Broj čekovnog računa glasi: Zvjezdarnica Zagreb, 30105-603-7379. Časopis se naručuje na adresu: Zvjezdarnica, Opatička 22, 41000 Zagreb, poštanski pretinac 943 (tel: 041/33-393)

Savjet časopisa: dr Gabrijel Divjanović, Stjepan Malović, inž. Damir Mikuličić, dr Dragan Miličić, dr Goran Pichler i dr Vladimir Ruždjak.

Redakcijski odbor: glavni i odgovorni urednik prof. Zdenko Marković, pomoćnik glavnog urednika prof. Marija Divjanović, članovi redakcije: ing. Zlatko Britvić, Gustav Kren i dr Vladis Vujnović, grafička oprema Marijan Machala.

TISAK NIŠRO »VJESNIK« — ZAGREB

FOTOGRAFIJA NA NASLOVNOJ STRANICI

Potpuna pomrčina Sunca snimljena 16. II 1980. godine u Keniji. Na slici se vidi oko Sunca — korona, Svjetleći prsten nepravilnog oblika čiji se obrisi i dimenzije mijenjaju ovisno o erupcijama na Suncu — odnosno o njegovoj aktivnosti. Sada je Sunce u tzv. maksimumu aktivnosti tako da je korona približno kružnog oblika. Zamjećujemo crvenkaste bljeskove na tamnom rubu Mjesečevog diska koji pokriva Sunce. To su erupcija užarenog plina (pretuberance). Ponekad dopiru i do 500.000 kilometara preko Sunčeva ruba. Fotografija je snimljena Maksutovim teleobjektivom od 1085 mm žarišne daljine; f/10,5; ekspozicija 1/15 s; EKTACHROME 400. (Snimio: Sanjin Kovačić.)

»Poslije pokusnog rada od više mjeseci, instrumenti koji su postavljeni na Mjesecu i koji su u stalnoj telemetrijskoj vezi s instrumentima postavljenim na površini Zemlje i na tri umjetna satelita, dokazali su da se udaljenost Mjeseca od Zemlje periodički mijenja u vremenu od jednog sata, a istodobno se mijenja i oblik Zemlje. Ujedno se nenadano javljaju i vrlo brze, nepravilne promjene udaljenosti. Promjene udaljenosti Mjeseca od Zemlje najveće su onda kada je spojnica Zemlje i Mjeseca okomita na smjer koji gleda u centar Kumovske Slame. Očekuje se da će promjenu oblika pokazivati i Mjesec, no instrumenti koji bi tome cilju trebali poslužiti, nisu još zbog nekih nepredviđenih poteškoća postavljeni. Astronomi smatraju da ove promjene u sistemu Zemlja-Mjesec ne dovode do nikakvih poteškoća u životu ljudi, niti utječu na sve življi promet raketnih letjelica. Te su promjene morale postojati već dugi niz godina, možda i nekoliko stotina milijuna godina, te ni u budućnosti neće dovesti do štetnih posljedica. Astronomi smatraju da su ove promjene uzrokovane gravitacijskim valovima koje emitira dvojna crna jama-rotator, smještena u centru Galaksije, gdje broj zvijezda u volumenu od jedne kubne godine svjetlosti iznosi više milijuna, gdje gusti međuzvjezdani oblaci u valovima padaju prema crnim jamama i povlače za sobom neke zvijezde, pa se na taj način oslobađa golema količina energije. Godišnje u crnu jamu upadne 100 do 1000 zvijezda. Oslobođena se energija prenosi na sve strane i pokreće mase u gustoj galaktičkoj jezgri, što za sobom povlači i procese u drugim dijelovima Galaktike. Energija koju zrači sama dvostruka crna jama (to je sistem dviju crnih jama koje se okreću jedna oko druge) prostire se samo u jednom uskom snopu, u središnjoj ravnini Kumovske Slame, pa zahvaća Zemlju jer je i Zemlja sa svojim Suncem, smještena u središnjoj ravnini Kumovske Slame. Pokreti koje izvode Mjesec i Zemlja s periodom od jednog sata posljedice su nailaska tih valova, a brze i nepravilne promjene udaljenosti javljaju se kada stignu gravitacijski valovi oslobođeni padom zvijezda u crne jame. Mjerenje ovih pokreta jedno je od najvećih trijumfa suvremene astronomije i tehnike astronomskih mjerenja. . .«

Astronomija koje još nema

Ovo nije bio suvremeni izvještaj astronomije. Ovo je samo scenarij koji pokazuje kako će jednog dana, ako se ispune očekivanja, napredo-

ASTRONOMIJA GRAVITACIJSKIH VALOVA

vati tehnika opažanja svemirskih signala koji se zovu gravitacijskim valovima. Astronomije gravitacijskih valova još nema iako se o njoj govori ne samo godinama već i desetljećima. Tako se astronomija gravitacijskih valova nalazi u veoma čudnom položaju: to je astronomija nečega što još nije dokazano! Međutim, u tom položaju ona nije osamljena. Ima još područja svemirskih istraživanja gdje se istražuje ono što još nije ustanovljeno. Npr. kozmička biologija. To je biologija koja nastoji da u znakovima iz svemira prepozna postojanje žive tvari. Nadobudni istraživači kozmičke biologije poslali su svoje instrumente na planetska tijela, bilo ih je i na Mjesecu i na Marsu. Kako nije pronađeno živo biće ni na Mjesecu ni Marsu, astro-biolozi mogu izučavati razvoj svemirskih živih bića i njihova su nastojanja i dalje ograničena na traganje za živim bićima. No astrobiologija ima pred astronomijom gravitacijskih valova tu prednost, da je objekt istraživanja upoznala barem na Zemlji. U sličnom je položaju i neutrinska astronomija; neutrino je plahovita čestica koja je otkrivena u laboratoriju i fizičari koji se bave jezgrom i jezgrinim pretvorbama znadu veoma dobro za tu česticu, ali otkriće tokova neutrina koji bi dolazili iz dalekog svemira, ostaje i dalje samo željom. Astronomija gravitacijskih valova u podređenijem je položaju: gravitacijski valovi nisu pronađeni niti u laboratoriju!

Opća teorija relativnosti i gravitacijski valovi

Kako to da se razvija jedna znanstvena disciplina koja ne samo što ne koristi sredstvo svojega istraživanja kao sredstvo informacija o svemirskim objektima, već to svoje sredstvo istraživanja praktički niti ne poznaje?

Gravitacijski valovi otkriveni su samo — teoretski. Predvidjela ih je Einsteinova opća teorija relativnosti. Ta se teorija bavi gravitacijom, a gdje će se pokazati posljedice djelovanja gravitacije ako ne u svemirskom prostranstvu?! Svemirski prostor u kojemu nema tvari nije prema **toj** teoriji »prazan«, već sam po sebi predstavlja jedno posebno fizičko stanje. Taj prostor može postojati i bez tvari. Dakle, da li postoji svemir ili ne, neće ovisiti o tijelima koja se tu nalaze. Svemirska tijela, međutim, utječu na stanje tog »praznog« prostora. Pojavi li se u prostoru bilo kakva masa, tada se prostor zakrivljava ovisno o veličini mase tijela i njegovom gibanju.

A kako nastaju, ili — kako bi trebali nastati gravitacijski valovi? Slobodno si prazan svemirski prostor predočimo jednom napetom mrežom. Pustimo da u tu »mrežu« padne, iz visine, neka teška kugla. Ona će mrežu istegnuti, iskriviti — tako svemirski prostor zakrivljuju mase. No budući da je kugla »pala« u mrežu, nategnuta će mreža titrati, pa će se po mreži početi gibati valovi. Ukoliko kugla stalno skače po mreži, tada će se valovi stalno proizvoditi i gibati mrežom na sve strane, kao što se šire i valovi po vodi. Svemirski je prostor poremećen, njime se šire valovi. Brzina kojom se šire je — brzina svjetlosti. To su gravitacijski valovi.

Da li pulsar PSR 1913+16 gubi energiju zračeći gravitacijske valove

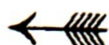
Predodžba s mrežom samo je predodžba koja nam olakšava shvatiti nastanak gravitacijskih valova. Kakva su to svemirska tijela koja »skaču« po prostoru kojega treba zatalasati i tako proizvesti valove? Izvor gravitacijskih valova može biti samo tijelo u pokretu koje nema oblik kugle. Takva bi npr. mogla biti zvijezda koja jako brzo rotira; zbog brze vrtnje ona je splоštena. Znamo da su rekorderi vrtnje neki pulsari. Oni se okrenu u vrijeme od jedne sekunde ili u još kraće vrijeme. Najbrže se vrti pulsar u maglici Rakovici, jer se okrene trideset puta u jednoj sekundi. Zatim slijedeći do njega je pulsar koji nosi naziv PSR 1913+16; on se okrene sedamnaest puta u sekundi. No taj pulsar zadovoljava još jedan uvjet za isijavanje gravitacijskih valova jer nije osamljen, već se nalazi u paru sa sličnom zvijezdom. To je dakle dvostruka zvijezda, a dvostruke bi zvijezde mogle biti još jači izvori gravitacijskih valova od osamljenih brzo rotirajućih zvijezda. Dvostruka zvijezda je zvijezda koja zaista »skače« u prostoru — dvije zvijezde brzo izmjenjuju svoja mjesta i talasaju svemirski prostor! U ovom slučaju priroda ide na ruku istraživaču. Druga komponenta pulsara PSR 1913+16 koju instrumenti nisu dokučili, mora da je izvor gravitacijskih valova, kao i vidljiva komponenta. Mase obiju komponenata jednake su 1,4 mase Sunca. Period ophoda oko zajedničkog težišta iznosi osam sati. Za drugu, nevidljivu zvijezdu postoje samo dvije mogućnosti: ili je pulsar ili crna jama. A crna jama treći je važan izvor gravitacijskih valova. Crna jama jako privlači okolnu tvar, a pad te tvari u jamu predstavlja udar tijela u »mrežu« prostora i izaziva pojavu gravitacijskih valova. Na popisu eventualnih izvora gravitacijskih valova nalazi se još sudar dviju zvijezda i eksplozije supernovih zvijezda. No kako su eksplozije supernovih veoma rijetke i neočekivane, nepredvidive, a kako sudari dviju zvijezda čelom u čelo nisu ni dokazani, to su male šanse da se ustanove gravitacijski valovi iz ovakvih pojava.

Pulsar PSR 1913+16 otkriven je 1974. velikim radioteleskopom u Portoriku, koji je nepomično smješten u dnu udoline i ima promjer od 300 metara. Ono što je odlika ovog pulsara je energija koju gubi. Zbog gubljenja energije on se ne vrti istim tempom, već sve sporije. I makar ne znamo na koji način gubi energiju, brzina kojom se usporava teoretski se dade opravdati samo ukoliko zrači i gravitacijske valove. Zrači ih danas, zrači sutra, zračit će ih još nekoliko milijuna ili stotina milijuna godina, sve dok jednog dana zbog izgubljene energije dvije zvijezde ne padnu u vatreni zagrljaj. U toj eksploziji koja će se javiti kao još jedna supernova zvijezda, provalit će snažni gravitacijski valovi koje će biti lako ustanoviti. No bit će to daleko u budućnosti. Do tog vremena gravitacijski valovi bi trebali biti pronađeni i u »običnijih« izvora gravitacijskih valova.

Antene za gravitacijske valove

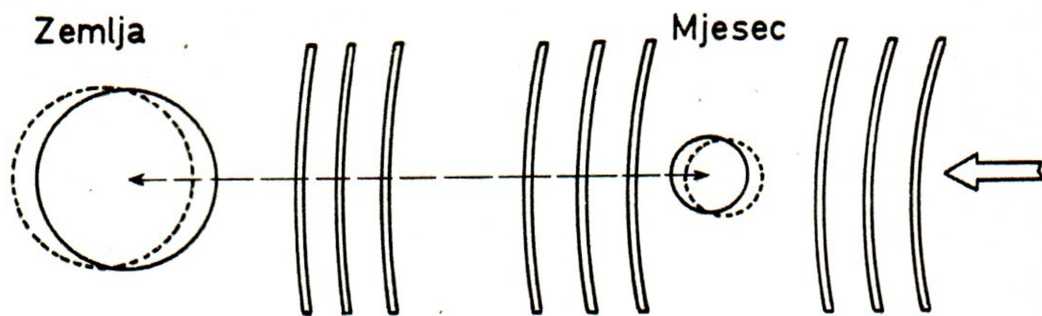
Prve laboratorijske prijemnike gravitacijskih valova izradio je prije 13 godina J. Weber iz SAD, na Univerzitetu Maryland. Ti uređaji ulaze u



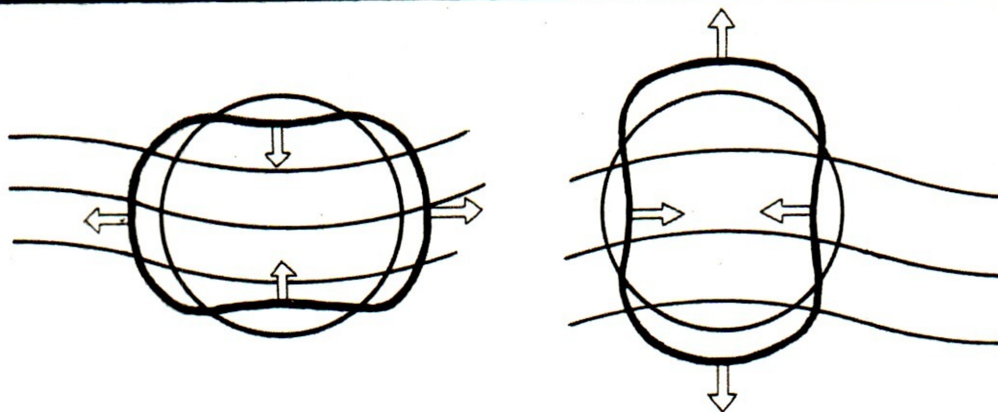


klasu tzv. rezonantnih detektora, a sastoje se od aluminijskog valjka dugog oko metar i po, s promjerom od šezdesetak centimetara. Kada na valjak naiđe gravitacijski val, valjak se steže i rasteže u smjeru okomitom na gibanje vala, pa će promjene veličine valjka biti mjera jakosti valova. Promjene duljine valjka koje se sadašnjom tehnikom mogu izmjeriti, sto su puta manje od veličine atomske jezgre! Weber je znao primati i po nekoliko signala dnevno, a oni su se najčešće javljali kada je antena bila usmjerena prema središtu Kumovske Slame. Drugi istraživači nisu potvrdili Weberovo otkriće, pa je danas posve nesigurno, da li se radi o stvarnom otkriću ili o lažnim pojavama. Nije isključena mogućnost da su gravitacijski valovi ipak ostavili trag. Danas na tom problemu u svijetu radi desetak timova. U planu su detektori koji bi od postojećih bili osjetljiviji za milijun i stotinu milijuna puta.

Osim klasičnih, laboratorijskih aparatura, čine se planovi da se za prijem iskoristi prostor izvan Zemlje i sustav Zemlja-Mjesec. Sustav Zemlja — Mjesec je sustav koji također i proizvodi gravitacijske valove, ali veoma slabe. S druge strane, nailazak gravitacijskih valova mora poremetiti sustav Zemlja-Mjesec, što si opet možemo predočiti pomoću mreže koja predstavlja svemirski prostor. Zemlja i Mjesec smješteni su u toj »mreži« i iskrivili su je. Ako se mrežom gibaju valovi, tada se jedni dijelovi mreže gibaju prema drugima, izmjenično se približavaju i udaljavaju (sl. 1). Stoga se i Mjesec mora u taktu perioda približavati i udaljavati relativno prema Zemlji. Slično tome svaki bi se umjetni satelit, postavljen u blizini Zemlje i praćen dovoljno precizno, mogao iskoristiti za detekciju valova. No promjene udaljenosti tijela od Zemlje tako su male, da ih današnjom tehnikom ne možemo ustanoviti. Sl. 2 pokazuje kako bi se pod utjecajem gravitacijskih valova deformirala sama Zemlja.



Zemlja i Mjesec se periodički približavaju i udaljavaju pri prolasku gravitacijskih valova.



Na slici je jako preuveličana deformacija Zemlje do koje dolazi pri nailasku gravitacijskih valova. U jednom dijelu vala Zemlja se steže u jednom smjeru, u drugom dijelu vala Zemlja se steže u drugom smjeru, pa poprima oblik uštipka. Valovi se kreću brzinom svjetlosti. Period valova, vrijeme koje protekne od prolaska jedne do prolaska iduće kreste vala, ovisi o vrsti gravitacijskog izvora i mogao bi iznositi od malenog dijela sekunde do sata.

Čemu bi služila astronomija gravitacijskih valova

Gravitacijski valovi nisu ustanovljeni. No fizikalna istraživanja svemira nisu samo eksperimentalna, već i teorijska, i služe se svim posljedicama suvremene fizike. Fizika prostora i gravitacijskog međudjelovanja tijela dovela je do pojma gravitacijskih valova. Povjerenje koje je fizika stekla u drugim otkrićima, prenosi se i u područje gravitacijskih valova. Zato »astronomija gravitacijskih valova« postoji. Gravitacijski valovi imaju više svojstava i iz njihove bi se pojave moglo suditi o raznim osobinama izvora. Gravitacijski bi valovi pokazivali interferenciju, pomak crvenom, zakretanje u gravitacijskom polju u blizini velikih masa, fokusiranje, polarizaciju — sve svojstva slična svjetlosnim valovima, a ipak drugačija, jer se radi o drukčijoj prirodi vala. *Do sada je sve znanje o svemiru skupljeno optičkim i radio-valovima, pa si možemo zamisliti, kakvo bi se novo područje otkrilo pred astronomima upotrebom gravitacijskih valova.*

Astronomija u napredovanju, astronomija u vječnom spoznavanju svemira, u nastojanju da pronikne u njegove pojedinosti i shvati cjelinu, traga za novim izvorima podataka. Gravitacijski valovi bili bi novi izvor podataka posebno zato što se svemirom šire na vrlo velike udaljenosti, tj. prodorni su. Prodorni su zato što je za njihovo iščezavanje potrebno da se susretnu s mnogo tvari, da susretnu mnogo zvijezda međuzvjezdanog materijala. S druge strane, zbog toga ih je teško primijetiti, pa nije čudno da tolika nastojanja još nisu urodila plodom.

Signali informacija koji pristižu iz najvećih daljina — zar to nije upravo ono što je astronomiji potrebno? Vidljiva svjetlost ne može proći velike daljine ako naiđe i na malo prepreke. Međuzvjezdana tvar upija vidljivu svjetlost. Zato optičkim teleskopima ne vidimo zapravo najzanimljivije dijelove Kumovske Slame, njezin centar — tamo gdje se pripravlja budućnost Galaktike i gdje se nalaze odgovori o postanku galaktike. U tom centru mogle bi se kriti crne jame koje sadrže masu od stotinu milijuna Sunčevih masa; crne jame koje su nekada bile mnogo aktivnije i proizvodile učinke slične onima koje danas opažamo kod kvazara.

A kvazari? Magličasti izvori koji se nalaze na najvećim daljinama — njihova priroda nije odgonetnuta ni nakon skoro dvadeset godina proučavanja. Jednako su zagonetni. Ne bi li o njima, gravitacijski valovi mogli dati koju novu informaciju? Prema postojećim idejama, središta galaktika i kvazari imaju mnogo zajedničkog i u kvazarima se, kao izvori energije, mogu skrivati ogromne crne jame i dvojne zvijezde sastavljene od crnih jama.

dr Vladis Vujnović
suradnik Zvjezdarnice



SUNCE I 'ZAGONETKA ŽIVOTA' NA PLANETU ZEMLJI

Dolazi nam proljeće! Ta tko se živ ne veseli tom radosnom i romantičnom godišnjem razdoblju, kad se sve šume i livade odjenu bujnim zelenilom, voćnjaci i vrtovi ospu cvjetnim beharom, a sva priroda — a s njom i sam čovjek — živne kao nekim posve novim životom.

Kakav je to čarobnjak koji neizostavno, svakog cvjetnog proljeća, tako razdragano i bogato napoji i čovjeka i prirodu kao nekim čudesnim »eliksirom života«?

Taj je čarobnjak — naše Sunce!

Često čujemo uzrečicu »Sunce je izvor života«. Mnogi čovjek pritom brzopleto pomisli — dabome, gle samo ovog divnog, toplog proljeća, pa kad se sjetiš one tmurne, hladne zime...

Ali, Sunce niti izdaleka nije samo obični darovatelj gole, fizičke topline. Sunce je u pravom smislu riječi — kemijsko-biološki g e n e r a t o r (pokretač) svega života na planetu Zemlji.

Zapitamo li se, na primjer:

— što pokreće lokomotive, tramvaje i strojeve u našim tvornicama,

— što pokreće električne centrale, osvjetljuje nam gradove i kuće i snabdijeva nam energijom sve kućanske aparate,

— što rascvjetava i razlistava livade šume i polja i daruje nam bogate ljetine,

— što pokreće slavuja, kad za romantičnih proljetnih noći bigljiše svoju pjesmu proljeću, ili violinistu, kad izvodi Beethovenovu sonatu, ili pjesnika, kad zanosno stvara odu ljubavi i životnoj sreći...

Odgovor na sva ta pitanja samo je jedan — S u n c e !

Sunce stalno šalje Zemlji energiju čija snaga iznosi 500 b i l i j u n a konjskih snaga. Koliko praktično iznosi ta energija, neka nam prikaže slijedeća usporedba: kad bismo upregli 500 bilijuna konja jednog za drugim, ta bi zaprega svojom duljinom m i l i j a r d u puta opasala oko ekvatora čitavu kuglu zemaljsku!

Lijepih li cifara — rekao bi netko — ali Sunce je od nas daleko čitavih 150 milijuna kilometara a od njega do Zemlje nema ni kajiševa (transmisija) a ni električnog voda (žice) do naših tvornica, tramvaja i lokomotiva. Pa kako onda tih »500 bilijuna konja« preskoče nečuvena zrakoprazna prostranstva od 150 milijuna kilometara što dijele naš planet od njegove »centralne zvijezde«? Ta, Sunce može slati svoju kolosalnu energiju samo u obliku e l e k t r o m a g n e t s k i h v a l o v a (kao što su: svjetlost, radio valovi itd.).

Gdje su ti silni »prijemni radioaparati« pomoću kojih ž i v o t na Zemlji može prihvatiti i iskoristiti tu neshvatljivo golemu energiju od — ni manje ni više — nego 500 b i l i j u n a konjskih snaga?

I zar su uopće mogući takvi čudesni aparati?

Mogući su. Kad ne bi bili mogući, mi naprosto, ne bismo ni živjeli ni postojali u svemiru.

Taj čudesni aparat, koji na Zemlji prihvaća golemu energiju Sunca — je obični l i s t zelene biljke!

Zelena biljka »hvata« Sunčevu energiju (svjetlost) i pomoću nje »uvodi u život« (zapravo — uvodi u proces života) anorganske (»mrtve«) tvari pretvarajući ih u organske (životne) spojeve.

Kako to zelena biljka radi? Ona to radi jeftinije (zapravo »genijalnije«) od svih tvorničara svijeta. »Jeftinije« kažemo zato, jer, na primjer, šećer, brašno, ulje itd — zelena biljka pravi — vjerovali ili ne! — iz č i s t o g z r a k a i v o d e !

Kako je to moguće?

Svi organski (»životni«) spojevi baziraju se na elementu ugljiku. A odakle biljci-tvorničaru taj važni materijal (ugljik)? Sjećamo se još iz škole da se Zemljina atmosfera tj. zrak, sastoji od oko 4/5 dušika, 1/5 kisika i još nekih sitnica... Među te »sitnice« u sastavu zraka spada i 0,03% (tj. tri desettisućinke) ugljičnog dioksida.

Ugljični dioksid je plin koji se sastoji od jednog atoma ugljika i dva atoma kisika (— latinski se ugljik naziva »Carbonium« i otuda mu dolazi poznata kemijska oznaka »C«; kisik se na latinskom naziva »Oxigenium« te mu je kemijska oznaka »O«). Iz toga dobijemo jednostavnu i logičnu kemijsku formulu za ugljični dioksid — »CO_2« iz koje je vidljivo da se tu jedan atom ugljika združio s dva atoma kisika.

Dakle, u zraku (uzduhu) ima korisnog materijala za našu »zelenu tvornicu« koja se nalazi u listu svake biljke na našem planetu. Doduše, toga materijala ima samo tri desettisućinke ukupne količine uzduha, ali Zemljina je atmosfera, na sreću, golema... A drugog važnog materijala, vode — na planetu Zemlji ima napretek.

I voda ima posve jednostavnu formulu, jer se sastoji od dva atoma vodika (vodik — latinski »Hydrogenium« i stoga mu kemijska oznaka »H«) i jednog atoma kisika — dakle, H_2O. Napišemo li zajedno formule ugljičnog dioksida i vode tj. $CO_2 + H_2O$ i razmjestimo li malko drukčije ista slova (zapravo atome ugljika, kisika i vodika) možemo dobiti i ovakvu »kombinaciju« istih elemenata: $CH_2O + O_2$. Vidimo, broj atoma je ostao isti (jedan atom ugljika, dva atoma vodika i tri atoma kisika), ali smo tu dobili i nešto posve novo: CH_2O. Taj CH_2O nije sam po sebi naročito važan spoj (uostalom, zove se »formaldehid«), ali on je »rodozačetnik«, barem po svojoj kemijskoj formuli, jedne izuzetno važne grupe »životnih« (organskih) spojeva koji se zovu »ugljikohidrati« — po grčkoj riječi »hidor«, što znači »voda«; naime, u ugljikohidratima je ugljik udružen s vodikom i kisikom upravo u onom omjeru u kojem se vodik i kisik nalaze udruženi u vodi tj. uvijek na dva atoma vodika dolazi jedan atom kisika — na primjer: CH_2O, $C_6H_{12}O_6$, $(C_6H_{10}O_5)_x$ itd.

I — sad dođe ono najčudesnije i gotovo zagonetno čudo prirode, pa i samog svemira: poigramo li se, naime malo matematike s formulom formaldehida, pa je pomnožimo, recimo, sa 6: dakle: $6xCH_2O$ i dobit ćemo $C_6H_{12}O_6$. Iako su sve kemijske formule velikoj većini đaka-nevaljalaca najčešće podosta gorke ova je ipak čak i »kozmički s l a t k a !«

Pa što znači zapravo taj famozni $C_6H_{12}O_6$?

Pa to je pravi, pravcati **Š E Ć E R ! !**

A pošto ima mnogo vrsta šećera, znajmo da je $C_6H_{12}O_6$ upravo onaj najprirodniji šećer (koji se jedini može dati bolesniku direktno u krv, jer





je on »gotova« hrana!) a koji se zove glukoza ili grožđani šećer.

Dakle, list vinove loze (odn. šećerne trske, šećerne repe itd.) obasjan Suncem, stvara šećer iz samog zraka i vode. Pa zar to nije čudesno i divno?

No koliko god to bilo lijepo i zanimljivo, to je ipak tek skromni i početak naše svemirske priče o Suncu kao izvoru života. Ova gore slova, koja smo tako olako premještali po papiru — u samoj prirodi se ne premještaju tako jednostavno. Klorofil tj. zelena tvar u listu biljke, koja je tu glavni »tvornički stručnjak« u proizvodnji šećera iz zraka i vode — ima ovdje grdnog posla da, uz pomoć Sunčeve energije sve to kako treba izvede.

Bitno je tu da »fabrika« u listu zelene biljke uz pomoć klorofila »razbija« čvrste molekule vode (H_2O) i ugljičnog dioksida (CO_2) i iz atoma ugljika, vodika i kisika stvara nove, organske spojeve, ugljikohidrate. A ugljikohidrati imaju to preважно svojstvo da sadržavaju određenu kemijsku energiju, »ukradenu« od Sunca: kad zapalimo šećer, on gori i u procesu gorenja šećer »vraća« energiju uzetu od Sunca. Doduše nitko razuman neće spaljivati šećer da bi s njime tjerao lokomotivu, nego će ga upotrijebiti za hranu (ali ne samo radi slatkoće, nego još više zbog energije, kako ćemo kasnije vidjeti). Ali drvo, ugljen i nafta, kad gore, daju itekakvu energiju!

A kakve veze imaju drvo, nafta i ugljen sa šećerom?

Ono, što čini list vinove loze, šećerne trske ili šećerne repe kad proizvodi šećer — tek je početak priče o ugljikohidratima. Ugljikohidrat je i škrob sa sličnom formulom kao i šećer ($C_6H_{10}O_5$). A škrob je glavni sastavni dio brašna tj. kruha našeg svakidašnjeg. Škrob stvara list pšenice, riže, krumpira i mnogih drugih biljaka. Sva žitna, rižina i krumpirova polja na našem planetu stvaraju ogromne količine hrane, od koje živi sve živo na Zemlji: i krvoločni lav, kad zaskoči gazelu, hrani se njenim mesom, a gazela je morala pasti travu kao hranu. A travu je stvorilo Sunce iz vode i zraka...

Eto, došli smo i do trave. I trava i grm i drvo rastu o Sunčevoj energiji. Ne samo šećer, škrob nego i celuloza, pamuk, kaučuk, guma... sve je to proizvod zelene biljke obasjane Suncem. Svi oni »uskladištuju« Sunčevu energiju da bi je kasnije vraćali životu. Sve šume, sve voćke, sve livade i svi travnjaci ovog planeta bezbrojne su »životne tvornice« koje iskorišćavaju energiju Sunčevog elektromagnetskog zračenja (svjetlosti) da bi tu energiju stavile na raspolaganje životu.



Večernja idila kraj vatre: ovi nomadi negdje u Aziji naložili su u prirodi vatru da se ogriju, jer je Sunce već zašlo za horizont. No, iako Sunca više nema da ih direktno grije, nomade će čitavu večer i noć ipak grijati Sunčeva energija, koju je list zelene biljke »ukrao« svojedobno, za lijepih sunčanih dana, našoj »centralnoj zvijezdi« i uskladištio u svojoj stabljici.

Zelena je biljka u stanju proizvoditi čak i kompliciranije spojeve nego što su ugljikohidrati: na primjer, maslina (pa i suncokret, bundeva itd.) u svojim plodovima stvaraju ulje. Ovdje je sama priroda izašla ususret čovjeku da »preskoči« jednu stepenicu u dobivanju važnog prehrambenog artikla: umjesto da sadi i obrađuje kukuruz i hrani njime svinju kako bi došao do masti — čovjek ubere masline i eto mu »gotove« masti koju je stvorila zelena biljka »kradući« za čovjeka energiju od Sunca.

Često smo puta ovdje spomenuli riječ »energija«. Bez energije nema života. A izvor je zemaljske (i životne) energije, kako smo vidjeli — samo Sunce!

A kako se energija Sunca vraća životu i čovjeku? Drvo gori i pritom se oslobađa Sunčeva energija u obliku svjetlosti i topline. I nafta i ugljen gore i pokreću nam strojeve. (Pritom ne zaboravimo što je ugljen bio prije nekih 100 do 200 milijuna godina, kad su tadanje prašume »krale« Sunčevu energiju i uskladištile je u ugljenu...).

Očito je, dakle, da Sunce pokreće strojeve.

Međutim, kolikogod je važna uloga Sunca kao izvora energije u tehnici i proizvodnji, ona je još bitnija u direktnom snabdijevanju energijom samih živih bića!

Čovjek (a i životinja) treba jesti — ne samo zato da raste, nego i da nadoknadi energiju koju organizam troši samim življenjem. Znamo da čovjek, koji obavlja teži posao, treba više hrane. Da bi se pokretao stroj, ugljen ili nafta trebaju gorjeti. I mi se pokrećemo. I mi koristimo Sunčevu energiju, a, naoko, »bez vatre«. Pa ipak, kao što drvo i ugljen sagorijevaju u peći, tako isto u »tihom gorenju« sagorijevaju u našem tijelu srodnici drveta i ugljena — ugljikohidrati: šećer, brašno, voće... Naš je organizam takva mašinerija koja, pri temperaturi od 37°, omogućava »tiho sagorijevanje« hrane u kojoj je uskladištena energija Sunca. Uzmimo kao primjer samo škrob (brašno): ono se u ustima i želucu pretvara u šećer da bi ovaj (rastopljen) mogao kolati u krvi.

U jetri se taj šećer pretvara u glikogen (ili tzv. »životinjski škrob«). Kad dižemo neki teret, glikogen u našim mišićima sagorijeva i vraća Sunčevu energiju u obliku podignutog tereta! Sličan se proces odigrava pri svakoj radnji — kad se šećemo, kad se penjemo uz brdo, kad pišemo ili pjevamo itd. Naime, i čitav se naš psihički život odvija upravo na bazi električnih impulsa koji putuju živcima da bi se glavna djelatnost našeg psihičkog doživljavanja obavila u »centrali« tj. u našem mozgu. Međutim, ne samo izgradnja živaca i mozga nego i njihovo »hranjenje«

(opskrbljivanje energijom putem krvi) i funkcioniranje zahvaljujemo hrani koju nam daje Sunce preko zelene biljke. Psihička energija pomoću koje naš mozak djeluje je, ustvari, energija Sunca »prerađena za radne potrebe« našeg živčanog sistema!

Sunce je suštinski i direktno prisutno u funkcioniranju našeg mozga pa i u samom našem spoznavanju Kozmosa

Pa, i kad filozofiramo naša je misao — kao, uostalom i sva naša spoznaja — proizvod našeg mozga kojemu je, u krajnjoj liniji, Sunce iskonski generator. Drugim riječima, Sunce je onaj prvotni motor ili generator koji »tjera« naš mozak kad ovaj razmišlja i o postojanju svijeta i života i o smislu postojanja svemira pa i o smislu samog našeg ljudskog postojanja u Kozmosu.

Riječ u jedno: Sunce svojim postojanjem u svemiru i svojom ulogom »generatora« ne samo što omogućava naš život u čisto biološkom smislu, nego ono »tjera« i čitavu našu psihičku »mašineriju« te je time, na svoj način, duboko i suštinski utkano i u sam čin našeg spoznavanja svijeta, života i Kozmosa.

Ova iskonska »kozmička povezanost« čovjeka s postojanjem Sunca u svemiru ukazuje nam na duboko jedinstvo Kozmosa: ne samo tijelom nego i samim svojim duhom čovjek-mislilac na ovom planetu na određeni je način pravi »dar Sunca«!

I — kojiput nam se upravo neodoljivo nameće pitanje: ta nije li dični mozak čovjeka-dvonošca samo neki na svoj način vrlo zanimljivi »aparat« upravo tako »adaptiran« da može koristiti Sunčevu energiju — u svrhu proizvodnje misli! I ne samo praktično-zemaljske misli nego i prave spoznajno-kozmičke misli? I nije li možda sva naša spoznaja svijeta, života i Kozmosa samo neka lepršavo-neuhvatljiva i poprilično zagonetna (barem za sadanji stadij razvitka ljudskog mozga) igra Prirode i njenih kozmičkih zakona?

***

Drevni Egipćani, iako o Suncu nisu ni izdaleka znali onoliko koliko zna suvremena nauka — ipak su u svojoj himni bogu-Suncu, Amonu-Ra, dali dolično poštovanje u stihovima:

»Slava Tebi, oj Ra, kod izlaza,
Atum kod zalaza!
Ti izlaziš, uspinješ se i sijaš, i sijaš. . .
Gospodar si neba i Zemlje!

dr Gabrijel Divjanović



SATELITI – REVOLUCIJA U TELEKOMUNIKACIJAMA

Još je pionir astronautike Hermann Oberth pisao o satelitima koji bi visoko iznad Zemlje omogućili brz, lak i jednostavan prijenos telefonskih razgovora i televizijskih emisija između bilo koja dva mjesta na svijetu. Tu očigledno i lako ostvarivu korist od satelita veoma su brzo iskoristili astronautičari: već 1962. godine — samo godinu dana nakon prvog leta čovjeka u svemir i nepunih pet godina nakon lansiranja prvog Sputnika — oko Zemlje je počeo kružiti Telstar, prvi relej u svemiru. To je bio pravi odgovor onima koji su tvrdili da je osvajanje svemira potpuno beskorisno i da bi mnogo bolje bilo, umjesto da se bacaju milijarde i milijarde dolara za trku u svemir, ta sredstva utrošiti za rješavanje zemaljskih problema — recimo poboljšanje telefonske i televizijske mreže.

Danas, na isteku drugog desetljeća nakon lansiranja prvog Telstara, više ne možemo ni zamisliti prijenos televizijskog programa preko oceana bez tih dalekih i nevidljivih releja u svemiru. Gotovo se svi telefonski razgovori između staroga i novoga svijeta vode preko svemira.

No ono što namjeravaju napraviti Amerikanci u slijedećem desetljeću nemalo nalikuje na znanstvenu fantastiku: prema mišljenju stručnjaka NASA-e bit će moguće i ekonomski prihvatljivo gotovo čitavu zemaljsku telefonsku mrežu prenijeti u svemir.

Umjesto malenih satelita u svemiru i velikih antena na Zemlji, u slijedećem se desetljeću predviđa izgradnja golemih, sedamdesetak metara širokih antena u geostacionarnoj orbiti. Izravna posljedica velikog i snažnog releja bit će smanjenje veličine i snage zemaljskih primopredajnika. Uz suvremenu tehnologiju koja omogućuje minijaturizaciju elektroničkih sklopova, takvi će primopredajnici biti daleko manji od »džepnih radio-stanica«, toki-vokija.

Najneobičnija zamisao u čitavom projektu o prenošenju telefonske mreže u putanju oko Zemlje jest »ručni radiotelefon«. Ne veći od ručnog sata ta bi sićušna radio-stanica bila opskrbljena mikrofonom i zvučnikom, brojčanikom za biranje osobe s kojom se želi razgovarati, i dakako — baterijama koje bi mu davale izlaznu snagu od 0,25 W. Veoma osjetljiv prijemni sustav na satelitu hvatao bi slabašne signale sa Zemlje i pojačane ih slao drugom sugovorniku.

Za razliku od telefona koji mora uvijek biti na istom mjestu, ručni radiotelefon će omogućiti potpunu pokretljivost dvaju sugovornika. Njime će se isto tako lijepo moći obavijestiti prisutne članove na kakvom poslovnom sastanku o zakašnjenju zbog gradske gužve, kao i o prometnoj nesreći ili pak razgovarati između dva mjesta u prirodi. Ništa ne bi sprečavalo sugovornike da zametnu razgovor na bilo kojem mjestu i u bilo koje vrijeme: da bi se moglo s nekim razgovarati treba znati samo njegov telefonski broj i — ništa više. Štoviše, ni cijena razgovora ne bi bila nimalo ovisna o udaljenosti sugovornika: isto bi tako bilo jeftino razgovarati iz Zagreba s Londonom kao i sa susjedom što stanuje u istoj kući.

Unatoč tome što će se divovski telekomunikacioni sateliti pojaviti već u slijedećem desetljeću, malo je vjerojatno da će oni u bližoj budućnosti potpuno istisnuti klasični telefon. Zbog ograničenog broja kanala na satelitu (potrebno je napomenuti da bi se preko takvog satelita vodilo barem pedeset milijuna razgovora dnevno) dozvoljeno trajanje razgovora bilo bi znatno kraće nego na telefonskoj govornici. Da bi se smanjila gužva u eteru i nepotrebno čekanje svaki će vlasnik ručnog radiotelefona smjeti dnevno obaviti ne više od pet razgovora koji neće biti duži od jedne minute. Da bi se upostavila veza trebat će čekati jednu do pet minuta. No takvi će ručni primopredajnici biti veoma pogodni — a za to će najve-





ćim dijelom biti i namijenjeni — u slučaju nesreća. Pritiskom na određeno dugme veza bi se mogla odmah uspostaviti a trajanje razgovora znatno produžiti.

Sustav velikih telekomunikacionih satelita omogućit će i mnogo štošta drugo osim »ručnog telefoniranja«. Pomoću satelita mogla bi se prenositi i poslovna pošta s jednog na drugi kraj Sjedinjenih Država i to brzinom telegrama — za desetak minuta. Projekt predviđa i osnivanje školske televizijske mreže koja bi omogućila da nastavnik bira jednu od mnogobrojnih televizijskih emisija za svoje učenike.

Začudo, takav sustav svemirske telekomunikacije ne samo da bi bio znatno jednostavniji i praktičniji od sustava žičanih linija što povezuju telefonske pretplatnike u naše vrijeme, nego i uvelike jeftiniji. Unatoč investiciji od zamašne 2,3 milijarde dolara koliko bi stajala izgradnja divovskog satelita u svemiru, telefonski bi razgovori bili u prosjeku gotovo sedam puta jeftiniji. Uz nemalu prednost da cijena razgovora ne bi ovisila o udaljenosti sugovornika, ručni radiotelefon bi stajao samo desetak dolara — znatno manje nego što stoji uvođenje telefona.

Čak bi i prenošenje pošte putem satelita bilo znatno jeftinije ne samo od slanja telegrama, nego i od slanja običnog pisma. Uz dvostruko veće investicije nego za svemirsku radiotelefoniju, prenošenje pisama svemirom bilo bi šest puta jeftinije od obične, zemaljske pošte.

Hoćemo li se uskoro umjesto okruženi mnogobrojnim žicama — kako su vidjeli razvoj telekomunikacija neki pesimistički nastrojeni futurolozi — uskoro naći u svijetu potpuno bez žica? Sve poruke, pa čak i energija, koje su se nakada slale isključivo skupim žičanim vodovima putovat će nevidljivim radio-valovima. A tu »nevidljivu« komunikaciju omogućit će »beskorisna avantura« čovječanstva: let u svemir.

dipl. inž. Nenad RAOS,
suradnik Zvjezdarnice



KAKO ĆE IZGLE

Sunce žarko sjeda
I skoro će sjest'.
Stalna na tom svijetu
Samo mijena jest!
(Petar Preradović — »Mujezin«)

U starom je vijeku bila nemoguća i svaka pomisao da bi se zvijezde, zvane »stajačice« mogle gibati po nebu tj. u svemiru. Jer, Zemlja je bila središte svemira, a zvijezde su bile »prikovane na kristalne sfere« koje su se vrtjele oko Zemlje-središta.

Tek nakon što je veliki Poljak Nikola Kopernik zadao smrtni udarac takvom, (tj. »geocentričkom« shvaćanju) astronomska je misao mogla osloboditi zvijezde »stajačice« dosad prikovane na kristalne sfere i pustiti ih da se, kao i sva ostala nebeska tjelesa, slobodno gibaju po beskonačnom svemiru.

Britanski astronom Edmund Halley je 1718. godine ispitivao neke drevne stoljetne kalendare i zvjezdane mape među kojima je bio poznat Ptolomejev-Amalgest, nastao u drugom stoljeću n. e. Nakon složenih proračuna Halley je utvrdio da neke sjajnije zvijezde (na pr. Sirius, Arktur i Aldebaran) imaju drukčiji položaj na nebu od onog koji je naveo Ptolomej. Halley je opazio da je većina ostalih promatranih zvijezda još uvijek na položajima navedenim u starim dokumentima i smatrao je da savjestan učenjak poput Ptolomeja ne bi pogriješio u određivanju položaja tako važnih zvijezda. Halley je izvukao jedini mogući zaključak — da su se zvijezde doista gibale.

Oko 1700. godine već su mnogi astronomi poznavali pravu prirodu zvijezda smatrajući ih suncima poput našeg, koja zbog velike udaljenosti izgledaju tek kao svijetle točke. Halley, koji je bio odlučan zagovornik Hewtonovih zakona gravitacije, došao je do teze da se sva sunca kreću kroz svemir potpuno slobodno, što je prihvaćeno gotovo odmah nakon objave teze.

Lako je razumjeti zašto nitko nije ranije kroz tisućljeća primijetio v l a s t i t o gibanje zvijezda. Zvijezde su tako daleko da čak ni one, koje se najbrže kreću, ne pomaknu se na nebeskom svodu kroz razdoblje cijelog ljudskog života. Na primjer, Arktur se smatra zvijezdom koja se vrlo brzo giba. Recimo godine 1066. za vrijeme invazije Normana u Englesku, bio je samo za širinu punog Mjeseca više sjeverozapadno nego što je danas.

Važno je razlikovati prividno i stvarno gibanje zvijezda. Ako se, na primjer, neka zvijezda giba točno prema nama ili od nas (astronomi bi rekli »radijalno«), naše oko takvo gibanje ne primjećuje, ali ga itekako točno registrira spektroskop. Dakle, u takvom se slučaju zvijezda stvarno giba, a »prividno« stoji na mjestu. Naprotiv, ako se neka zvijezda giba »u stranu« (tj. bočno ili tangencijalno) onda to oko dobro primjećuje i kut pomaka se u tom slučaju može vrlo točno mjeriti.

Naravno, najčešće se zvijezde gibaju i tangencijalno i radijalno, pa iz kombinacija obaju gibanja jednostavnim računom dobivamo s t v a r n o gibanje zvijezda.

Dakle, naše oko (i svi instrumenti koji mjere kutove) registrira kao prividno gibanje samo tangencionalno (»bočno«) gibanje, a kažemo da je to gibanje »privid-

DATI ZVJEZDANO NEBO NAKON 100000 GODINA?

no« zato, što ne znamo da li je zvijezda daleko ili (relativno) blisko. Daleka zvijezda, naime, pokazuje manji »bočni« (tangencijalni) pomak nego relativno bliska zvijezda — uostalom, slično kao što nam se čini da brzi vlak na velikoj daljini gmizi sporo kao puž.

Naprotiv, za spektroskop koji je u stanju registrirati samo radijalna gibanja, ne postoji »prividno« gibanje. Za njega je ono što on registrira — sve »stvarno« jer on jednako točno bilježi približavanje (odnosno, odmicanje) i bliskih i dalekih zvijezda.

Dakle, čitava priča o promjeni likova zviježđa uslijed »vlastitog gibanja« zvijezda-stajačica odnosi se, ustvari, na prividno tangencionalno gibanje zvijezda.
Uslijed ogromnih udaljenosti zvijezda ta su gibanja toliko »sitna« da ih se bez vrlo preciznih instrumenata ne može primijetiti ni za čitavog jednog ljudskog života. Evo očitog primjera: Jedan od najbržih »trkača« na nebu, sjajni Arktur u zviježđu Bootesa (»Volara«) pomakne se na nebu za širinu punog Mjeseca tek nakon nekih 800 godina!

Premda dugo razdoblje u povijesti čovjeka, 100000 godina je samo zrnce pijeska u pješčanom satu svemirskog vremena. Zviježđa nam se čine trajnima budući da postoje u sadašnjem obliku od početka civilizacije, ali, ona su ustvari vrlo prolazne pojave. Naše nebo pokazuje samo trenutak povijesti naše Galaktike u kojoj će se u 100000 godina neka zviježđa promijeniti do neprepoznatljivosti. Bacimo stoga kratak pogled u budućnost i promatrajmo uz pomoć crteža neka naša zviježđa u 101.979. godini.

Opće je poznato kakve će promjene pretrpjeti Veliki Medvjed. Od njegovih sedam glavnih zvijezda, njih pet čine veliku skupinu članovi, koji se kreću svemirom u istom pravcu istom brzinom. Dvije ostale zvijezde, međutim, nisu dio te grupe i kreću se u različitim pravcima, i tako se nama blizak Veliki Medvjed postupno razilazi.

I Mali Medvjed se mijenja, gubi svoj »medvjeđi« oblik, ali ne na isti način kao njegov veliki brat.

Samo najblijeđa zvijezda zviježđa ima vrlo jako prividno gibanje, no njeno kretanje stoga ne mora biti jako uočljivo. Kasiopeja je primjer zviježđa čije se zvijezde međusobno naglo udaljuju tako da će se njen karakterističan oblik potpuno promijeniti. (vidi crtež!)

Na prvi pogled u crtežu Bootes-a je učinjena greška, izostavljen je Arktur. No, jedina žurba u kojoj je on zaboravljen je njegova vlastita. On je, naime, jedna od najbržih zvijezda prve zvjezdane veličine. 100000 godina će putovati dok ne dođe u blizinu zviježđa Gavrana (Corvus) i neće biti sjajan kao što je danas. Arktur i naše Sunce usmjereni su u suprotnim pravcima: sada su udaljeni samo 32 svjetlosne godine, ali udaljenost će narasti na oko 200 svjetlosnih godina 101.979. godine.

To brzo gibanje će od Bootesa, lišivši ga najsjajnijeg člana, učiniti bezlično, teško opisivo zviježđe.

Sjeverna Kuna (Corona Borealis) još je jedno zviježđe kojeg izobličuje prividno gibanje njegovih zvijezda. U budućnosti neće imati sličnosti čak niti sa dijademom na koji danas podsjeća: međutim, s vremenom će ličiti na, recimo, biskupsku mitru.

Nekoliko zvijezda u Lavu, među njima i tri najsjajnije: Regulus, Denebola i Algieba kreću se brzo. Srp se proširuje dok trokut postaje uži i izduženiji pa više neće postojati sadašnja sličnost zviježđa s likom lava.

Zviježđe Škorpiona se neće razići poput nekih drugih. Većina njegovih zvijezda je dio druge grupacije, kao što smo napomenuli i kod Velikog Medvjeda. Cijelo to područje neba ustvari sadrži golemu skupinu Scorpius-Centauri, u kojoj se zvijezde kreću u istom smjeru.

Kapela u Kočijašu (Aurigi) jedna je od nama najbližih zvijezda prve veličine. Ne kreće se ni približno tako brzo kao Arktur, ali će se dovoljno pomaći da znatno promijeni peterokut koji se pokazuje visoko na našem zimskom nebu. Ipak, ako se drukčije povuku spojnice tih pet zvijezda, dobit će se »x« koji je, na svoj način, zamjetljiv kao i peterokut. Možda će taj »x« zamijeniti iščezli »W« Kasiopeje kao najjasnije slovo na nebu.

Orion je drugi primjer zviježđa koje će biti prilično nepromijenjeno kroz stoljeća. Samo se Betelgez giba dovoljno da bi to bilo zamjetljivo, ali ne toliko da bi se mnogo promijenio sadašnji izgled Oriona.

Moguće su i druge promjene osim ovih spomenutih. Neke blijede zvijezde mogu pojačati sjaj približavajući nam se, dok drugima, koje se udaljuju, sjaj slabi. Bit će mnogo zvijezda čak i sjajnih koje će prijeći u druga zviježđa.

Prividno gibanje će sigurno uzrokovati probleme s nazivljem. Na primjer, budući da Arktur više neće biti u zviježđu Bootesa, da li će ga astronomi budućnosti umjesto Alfa Bootesa prozvati Alfa Gavrana? Ako se to dogodi, što će biti sa zvijezdom koja je sada poznata kao Alfa Gavrana? Hoće li Arktur uopće mijenjati naziv? Bez sumnje, to će biti zvijezda poznata danas kao Alfa Bootesa. Mogu li se mijenjati granice





Zvijezde koje tvore zviježđa nisu nepomične kao što su vjerovali učenjaci antike. One se brzo kreću kroz svemir mijenjajući svojim gibanjem oblike zviježđa. Slika prikazuje sadašnji izgled nekih zviježđa uspoređen s onim za narednih 100000 godina. Prikazani su: Volar (Bootes), Kosiopeja, Sjeverna Kruna (Corona Borealis), Lav (Leo), Veliki Medvjed (Ursa Major), Labud(Cygnus), Škorpion (Scorpius), te Mali Medvjed (Ursa Minor). U nekim grupama poput Škorpiona, mnoge zvijezde pripadaju velikim skupinama koje se kreću istom brzinom u istom pravcu: izgled takvih zviježđa se neće znatno promijeniti. Neke druge skupine se razilaze, budući da se njihove zvijezde kreću u svim smjerovima. Posebno je zanimljivo »ponašanje« Arktura u zviježđu Bootesa. (Volara) »Najbrži trkač« među sjajnim zvijezdama sasvim će nestati iz ovog zviježđa (gore lijevo).

zviježđa radi zvijezda koje su u datom trenutku u njihovom okviru?

U ovom slučaju bi to bilo teško jer bi nova granica Bootesa razdvojila zviježđe Djevice na pola. Ili, hoćemo li ukinuti oznake kao Alfa, Beta, Gamma, i dati nova imena zvijezdama kao što to činimo s asteroidima? To bi moglo biti pogodno ako Arktur i ostale zvijezde zadrže svoja sadašnja imena. Ali, ako se niz promjena nastavi, hoćemo li konačno prozivati zvijezde »Ivica«, »Marica«, »Miško«?

Mi ne znamo kako će taj problem izmijenjenih zviježđa riješiti astronomi daleke budućnosti.

Uostalom, imat će podosta vremena za razmišljanje jer se velike svemirske promjene ne zbivaju baš tako brzopleto kao, recimo, promjena mode u odijevanju u suvremenoj svakodnevici.

Uostalom, već i današnji nazivi zviježđa – kao: Medvjed, Vodenjak, Rajska ptica, Škorpion, Ždrijebe, Jednorog, Kentaur itd., iako nam intimno dragi zbog tisućljetne astronomske tradicije, zaista su postali anahronizam u očima jednog znanstvenika rođenog i odgajanog u duhu suvremenog 20-tog stoljeća.

Priredio: G. D.



EKSPEDICIJA

POMRČINA SUNCA - KENIJA, 16. II 1980.

Kao što smo već u našem časopisu najavili, poslije dužih priprema, astronomska ekipa zagrebačke Zvjezdarnice i Astronomskog društva SRH uputila se u Keniju na promatranje potpune pomrčine Sunca. Pošto se ovih dana ekipa vratila, uspješno obavivši predviđena snimanja i mjerenja, donosimo kraći prikaz ovog pothvata uz prve fotografije koje su naši suradnici uspjeli načiniti odmah nakon povratka.

Ovu pomrčinu Sunca promatrale su stotine astronoma amatera i profesionalnih astronoma koji su se razmjestili duž zone totaliteta koja se pružala od Atlantskog oceana preko centralne i istočne Afrike, Indijskog oceana, i preko Indije i Burme do južne Kine. Ovaj pojas potpune pomrčine bio je širok (u centralnom dijelu) 150 kilometara, a izvan njega vidjela se tek djelomična pomrčina Sunca (vidi slike na posljednjoj stranici). Naša ekipa izabrala je za mjesto promatranja jugoistočnu Keniju, uz obalu Indijskog oceana, zato što je ovdje totalna pomrčina i najduže trajala — 4 minute i 6 sekundi.

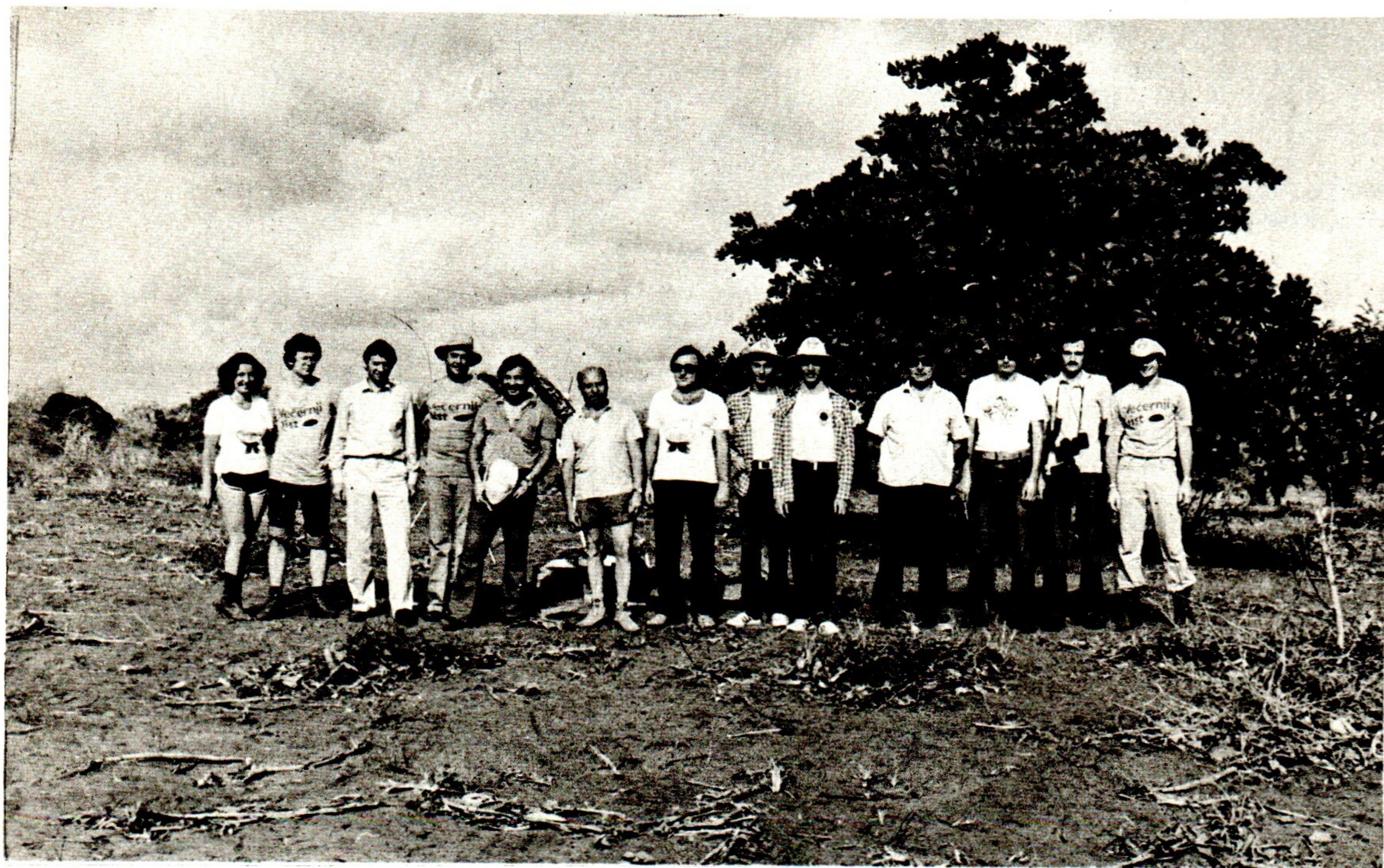
Promatračka stanica postavljena je četrdesetak kilometara sjeverno od Malindija s približnim koordinatama: 2°58′ južne širine i 40°08′ istočne dužine.

Prema ranije dogovorenom planu promatranja, fotografiranje pomrčine obavile su grupe opremljene teleskopima: Celestron 8, (Schmidt-Cassagrein 200/2000 mm) i Zeiss refratkor 79/1200 mm, te teleobjektivima: Maksutov 100/1085 mm i Zenit 65/300 mm. Za djelomične faze pomrčine korištene su crno bijele emulzije, a totalitet je sniman uglavnom preobratnim filmovima u boji (dijapozitivima).

Cijeli tok pomrčine registriran je i kolor televizijskom kamerom koja je, da tako kažemo bila »glavni adut« naše ekspedicije.

Promjena intenziteta Sunčevog zračenja za vrijeme pomrčine mjerena je aktinometrom (direktno zračenje) i piranometrom (globalno zračenje). Bilježeni su i meteorološki podaci (temperatura, vlaga i tlak zraka) te smjer i brzina vjetra.

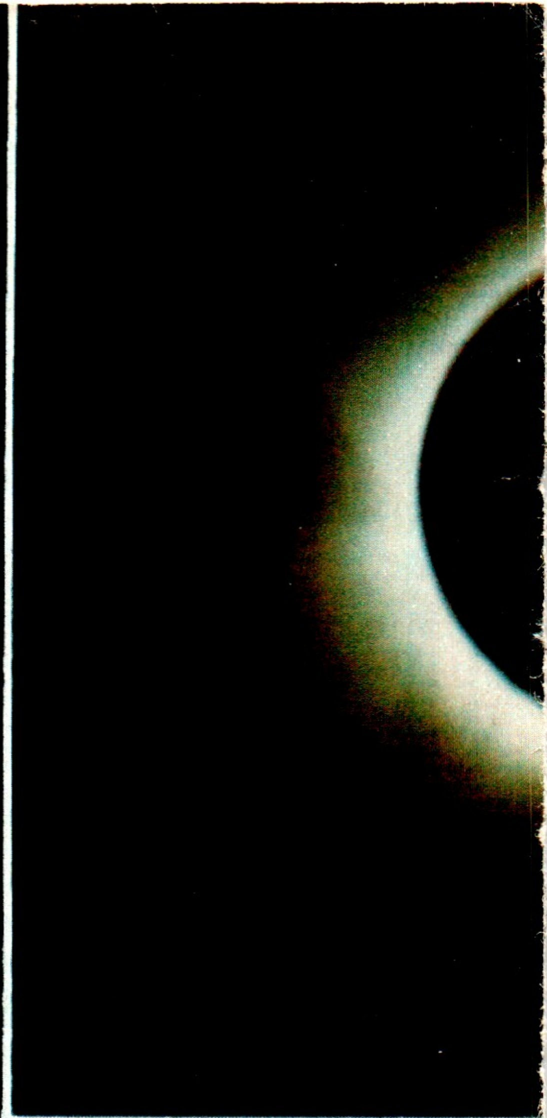




Naša astronomska ekipa u punom sastavu. S lijeva na desno: Bela, Bermanec, Ponikvar (naš suradnik iz Pule), Marković, Dragojević, Pauković, Kren, braća Kalaba (naši suradnici iz Svetozareva), dr Penzar, Penzar mlađi, Plovanić i Kovačić.



Kilimandžaro — najviši vrh afričkog kontinenta, kako ga je vidjela naša ekipa putujući kroz savanu.



Zamračeno Sunce u fazi tot
protuberance. Korona je v
Proteže se duboko u Sunče
ponekad se oko Sunca vid
mjera. Korona se sastoji o
me) i slobodnih elektrona,
milijunima stupnjeva. Do iz
potpuna pomrčina Sunca bi
korone.
Teleobjektiv 300 mm; f/4,
21.
(Snimio A. Plovanić)

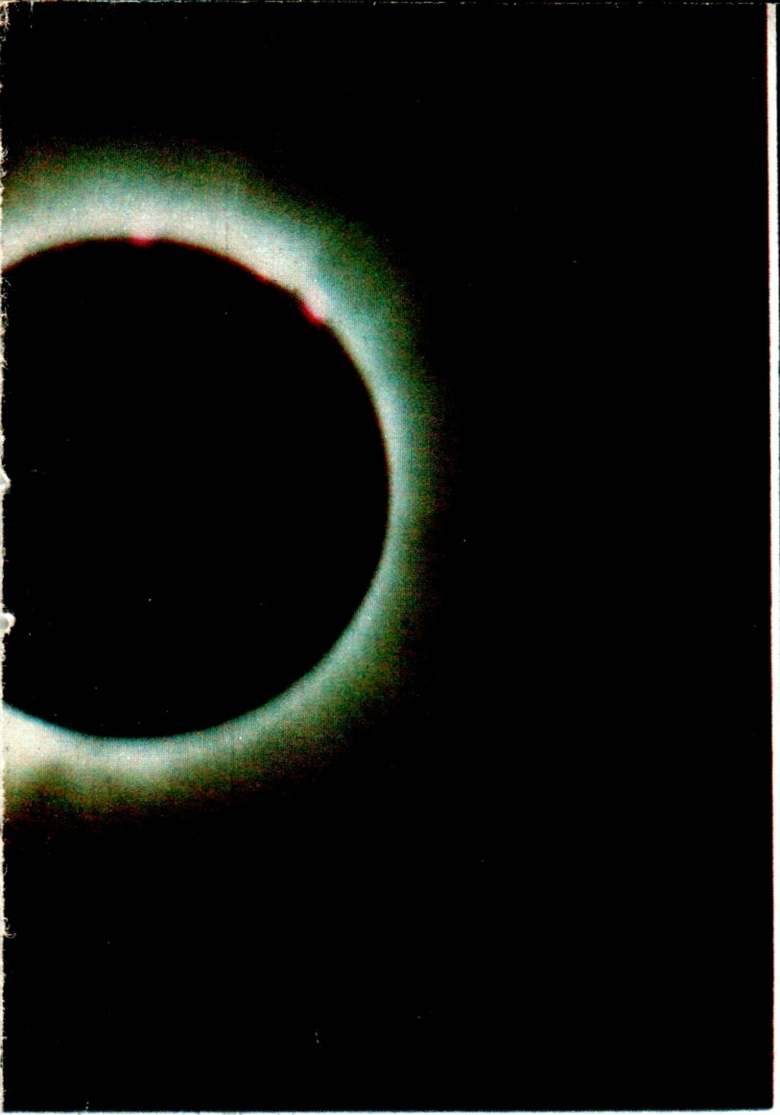


Dio naše ekipe pri postavljanju instrumenata na mjestu koje je prethodno odabrano za praćenje pomrčine.



Postavljanje instrumenata za mjerenje Sunčevog zračenja.





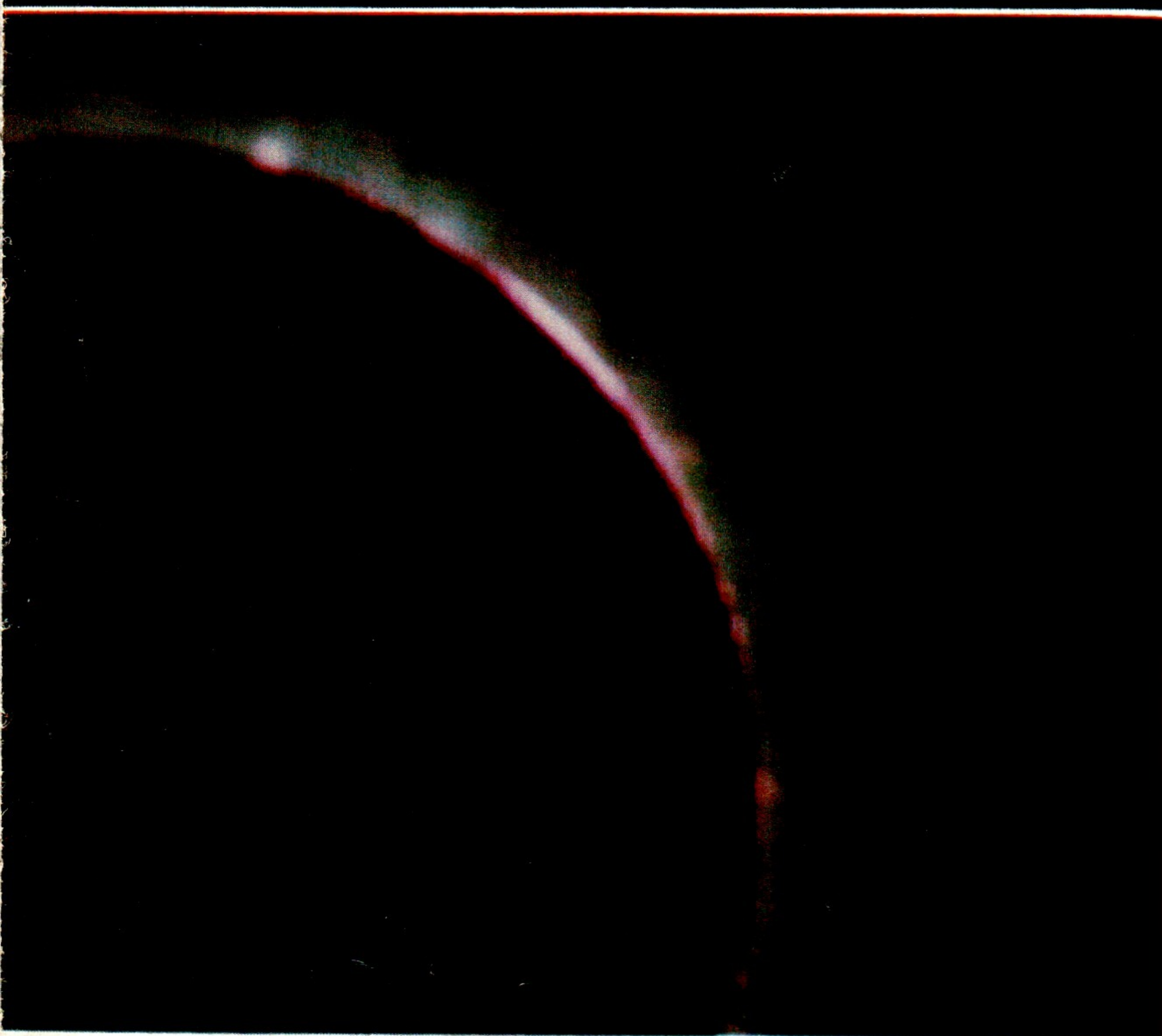
liteta. Ističu se korona i crvene
njski sloj Sunčeve atmosfere.
sustav, a za vrijeme pomrčine
i do 2-3 veličine njegova pro-
visokoioniziranih atoma (plaz-
a njena temperatura se mjeri
uma koronografa 1930. godine,
a je jedina prilika za izučavanje

5; eksp. 1/30 s; emulzija RD

Ispod tropskog grma projiciralo se na tlo stotine sličica srpolikog Sunca. Ovaj prirodni fenomen zove se difrakcija svjetlosti na optičkoj rešetki, a nastaje kada svjetlost prođe kroz niz uskih, blisko smještenih pukotina. Gusto grmlje je dobra optička rešetka, a prizor to zanimljiviji, ako je izvor svjetlosti napola zamračeno Sunce.

(Snimio K. Brandt)





Sloj Sunčeve površine nazvan kromosfera izvor je bljeskova i protuberanci. Za vrijeme pomrčine protuberance se mogu jasno vidjeti kao crveni plameni jezičci što izviruju preko tamnog Mjesečevog ruba. Protuberance se javljaju u centrima Sunčeve aktivnosti, leže na jakim magnetskim poljima, a mogu poprimiti najfantastičnije oblike.
Na našoj slici: rubne protuberance snimljene za vrijeme totaliteta pomrčine 16. II 1980. Teleobjektiv Maksutov 1085 mm, f/10,5, ekspozicija 1/250, s, EKTACHROM 400. (Snimio S. Kovačić)





Točno vrijeme, toliko neophodno kod astronomskih promatranja bilo je osigurano prijemom vremenskih signala, dobivenim specijalnim radio uređajem, pomoću kojeg su namješteni elektronski astronomski satovi.

Za to određena grupa, pomrčinu je pratila vizuelno s dva dalekozora tipa AT-1 koji se odlikuju velikim vidnim poljem i pogodni su za grupno prikazivanje.

Promatranje i snimanje pomrčine sretno je obavljeno, posebno snimanje totaliteta, iako nismo bili pošteđeni prisustva visoke, doduše rijetke naoblake. Prva ekspedicija zagrebačkih astronoma na južnu Zemljinu poluloptu na taj način je uspješno okončana.

Red.





U jednom selu muškarci iz plemena Masai predstavili su nam se svojom ratnom igrom. Danas više nema međuplemenskih ratova, ali tradicionalni nomadski način života još uvijek traje...

Tko u školi nije učio o baobabu? Eto, imali smo sreću, prolazeći kroz savanu vidjeti na više mjesta i ovo čudo prirode.

Naši kenijski domaćini, stanovnici obližnjeg sela, bili su popriličnо znatiželjni. Za vrijeme totalne pomrčine izgubili su se u svojim nastambama, da bi se poslije, kad je Sunce opet granulo — vratili.



Dojmovi s astronomske ekspedicije

VIDJELI SMO JUŽNO NEBO

Ljetna noć u savani. Sunce tek što je propalo za horizont, a već je mrkli mrak. Tako je to na četvrtom stupnju južne širine — sumraka gotovo da i nema. Sunčeva lopta diže se i spušta okomito. Kao i zvijezde. Zvijezde? Da, već se dobro vide. Koje je ono sjajno zviježđe blizu zenita? Orion! Nevjerojatno kako je visoko. I Sirius je tu, sjaji na nas s visine. Stara navika tjera pogled prema sjeveru. Sve je poznato, ali nekako čudno iskošeno, neprirodno, kao da se horizont podigao. Nema ni Sjevernjače. Veliki Medvjed tek do pola izviruje.

Temeljito proučavanje karata i simulacija u planetariju u Zagrebu kao da nisu bili dovoljni. Nije se lako odmah snaći. Ipak je to u stvarnosti nekako drugačije, veće. Kako bi tek bilo da smo još južnije?

I dok ostali, zabavljeni Marsom i Jupiterom petljaju nešto oko teleskopa, skrećem pogled prema jugu u brzopletoj nadi da će se ukazati dragulji Južnih mora, veličanstvena zviježđa južnog neba, kod nas nikad viđena. Ali od prizora ništa. Tek Canopus blješti visoko na jugu, a preko cijelog svoda se lijeno povlači srebrnkasta koprena Kumovske Slame. Naravno, još je rano. Trebat će pričekati koji sat do pojave znamenitog Južnog Križa, a tek za njim dići se Centaur, noseći sa sobom Alfu i Proksimu, osim našeg, najbliža nam sunca. Neka čudna praznina zjapi sada prema južnom nebeskom polu i nije lako odmah odrediti pravac meridijana. Kakav je sad ono oblačak, što se tako jasno izdvaja od Kumovske Slame? To bi morao biti... Pa jasno! Munjevita spoznaja prostruji mislima i viknuh glasom koji nije mogao prikriti radosno uzbuđenje: »Veliki Magellanov Oblak!« Pogledi se smeteno okrenuše prema jugu i u prvom trenutku nasta muk. A onda pojedini glasovi:

»Zaista?«

»Kako je velik!«

»A gdje je Mali Oblak«?

Dalekozori se usmjeriše prema tom zvjezdanom gradu i glasovi umukoše. Svatko se u miru htio nagledati ovog dalekog svijeta, sjevernim pro-



Magellanovi oblaci

Sa zvjezdanog neba južne Zemaljske polulopte svijetle na nas dvije maglice, upadljive već prostom oku. O njihovom postojanju Evropljane je prvi izvijestio slavni moreplovac Magellan, pa su po njemu i dobili ime: Veliki i Mali Magellanov oblak. Ove dvije nepravilne tvorevine u stvari su samostalni »zvjezdani gradovi« — galaktike, prvi susjedi naše galaktike koju zovemo Kumovska Slama, a ujedno i njeni pratioci. Zajedno s Kumovskom Slamom i još nekim galaktikama od kojih je najpoznatija Velika maglica u Andromedi, čine »porodicu« u astronomiji nazvanu — LOKALNA GRUPA.

Magellanovi oblaci zauzimaju na nebu znatan prostor. Po svojoj duljoj stranici Veliki oblak mjeri pet, a Mali oko 3°, što znači da zauzimaju vidni kut kao kad bismo deset (odnosno šest) punih Mjeseca poredali jedan do drugoga. Udaljeni su od nas gotovo 200 tisuća svjetlosnih godina.

Obje ove galaktike sadrže velik broj promjenljivih zvijezda tipa Cefeida, a na osnovu promatranja cefeida Malog Magellanovog oblaka, miss Leavitt je 1912. godine otkrila za astronomiju važan zakon — PERIOD-SJAJ. Pokazalo se da je srednji sjaj zvijezda ovog tipa zavisan od perioda promjene sjaja (perioda pulsacije). To je omogućilo korištenje nove metode u mjerenju svemirskih udaljenosti.





Na našim slikama prikazan je Veliki (gore) i Mali Magellanov oblak.



matračima nedostupnog. Teško je opisati razdraganost astronoma amatera kad prvi put vidi nešto o čemu je prije samo čuo, čitao, gledao slike. Jer astronom amater najčešće u prvi plan postavlja estetski doživljaj i tek kada se naša čula do mile volje zasite krasota nebeskog svoda, dolazi na red razmišljanje o prirodi tog svemirskog bezdana, o njegovoj materiji, o prostoru i vremenu.

Noćna svježina zamijenila je dnevnu jaru afričkog podneblja i gotovo da je već neugodno u kratkim rukavima.

Južni Križ pojavio se iznenada. Kao da ga je netko rukom objesio na nebo. Izviruju već i prve zvijezde Centaura. Ljudi su pomalo razočarani. Neki jedva da i prepoznaju karakterističnu križnu formaciju i kao da ne vjeruju, čekaju da se pojavi »pravi« križ. Toliko se pričalo o tom zviježđu, simbolu južnog neba, vidljivom u prošlosti samo za najsmionije Evropljane — neustrašive istraživače i moreplovce, a stvarna slika i nije toliko impresivna. Ipak, ne osjećam ni trunku razočaranja i dogovaram se s grupicom najupornijih da se udaljimo od svjetala našeg kampa i da iz otvorene savane dočekamo izlaz znamenite Alfe Centauri, u čijoj pratnji će se pojaviti prostim okom nevidljiva, a najbliža nam Proksima.

Nebo se već sasvim izmijenilo. Orion nisko na zapadu, nekako čudno položen, Veliki Medvjed je već sasvim izašao. U Kumovskoj Slami otkrivamo glasovite »vreće ugljena« — tek sada vidljive kad smo svjetla naselja ostavili za sobom. Mnoštvo prekrasnih zvjezdanih skupova neodoljivo privlači pažnju i doslovno se »trgamo« za dva dalekozora koja smo ponjeli. I napokon se pojavila. Najsjajnija zvijezda Centaura, »samo« 4,3 svjetlosne godine daleka. Prizor sasvim običan, ali za astronoma on ima svoje značenje.

Zadatak je obavljen i polako se vraćamo prema kampu, tek sada postajući svjesni nesmotrenosti u koju smo se upustili, opasnosti koja vreba iz otvorene savane. Dva su sata poslije ponoći kada stižemo do naših nastambi. Čuvar parka nas prekorava i pokazuje na svojoj ruci upadljive ožiljke stalno spominjući riječ: simba! Simba je lav i naši pogledi se nijemo susretoše. Bez riječi ulazimo u svoje bungalowe i ovaj izlet u gluhu afričku zvjezdanu noć postaje nam još draži.

Sanjin Kovačić,
suradnik Zvjezdarnice

ZA MALO NAPREDNIJE LJUBITELJE ASTRONOMIJE

KAKO

U znanstveno-popularnoj literaturi često nalazimo mnoge kvantitativne podatke kojima se čitatelju žele dočarati pojave i odnosi u prirodi. Brojčane vrijednosti obično kratkotrajno zadržavamo u našoj svijesti što nas, nerijetko, ljuti kad ih trebamo. Ali, ako se uspijemo istrgnuti iz svakodnevne tromosti u kojoj se nalazimo kao pasivni konzumenti informacija i čitajući ponešto zapišemo, skiciramo — pa poslije kombiniramo i računamo, doživjet ćemo mnoga i velika zadovoljstva. Naviknuti na takav sistem, odjedamput ćemo konstatirati da nam je informiranost kvalitetnija, istine jasnije i čvršće, vidici širi, a nastup sigurniji.

Ponekad je potrebno malo podataka, pa da, slijedeći misli i zaključke temeljene na osnovnim prirodnim zakonima, stignemo u daleka svemirska prostranstva. Neke takve primjere obradit ću u nekoliko nastavaka. Ako uspijem zadržati pažnju čitatelja, bit će to moj skromni doprinos zanimljivosti ovog časopisa koji već niz godina plijeni našu pažnju i predstavlja lučonošu u širenju astronomskih znanosti među ljudima svih profesija i uzrasta, a najviše među omladinom.

Za početak predlažem temu koja će, nadam se, privući i potaknuti na računanje i one koji se s matematikom rijetko druže — **kako izračunati broj zvijezda naše Galaktike?**

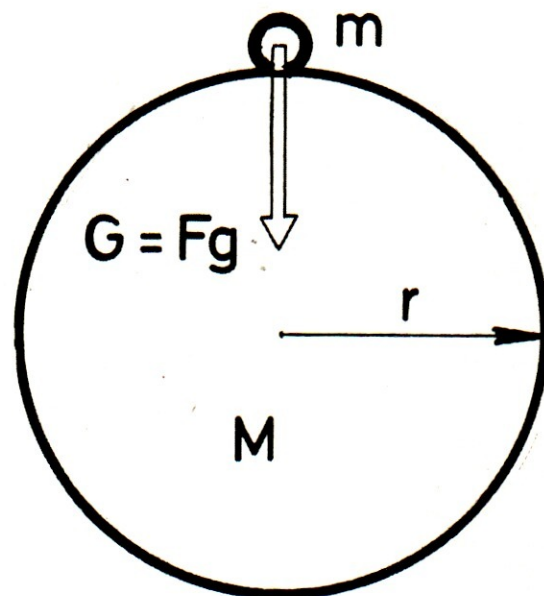
Da bismo riješili ovaj zadatak, potrebno je poznavanje nekoliko osnovnih zakona srednjoškolske mehanike. Ponovit ćemo ih samo nabrajanjem:

— obodna brzina
$$v = \frac{\pi r}{T} \qquad (1)$$

— težina tijela (II Newtonov aksiom)
$$G = mg \qquad (2)$$

— centripetalna sila
$$F_c = \frac{m v^2}{r} \qquad (3)$$

— Newtonov opći zakon gravit.
$$F_g = \gamma \frac{M m}{r^2} \qquad (4)$$



Do cilja je moguće doći kratkim računom. Ipak, ostavit ćemo ga za kraj ovog napisa i poći dužim, ali sistematičnijim putem, slično planinarima kad kažu — okolo je bliže.

Izračunavanje broja zvijezda u galaktici vezano je uz problem određivanja mase svemirskih tijela. Zato ćemo najprije izvesti relaciju za masu Zemlje. Svako tijelo na površini Zemlje ima težinu koja je jednaka gravitacijskoj sili kojom ga Zemlja privlači svom središtu (sl. 1) Nakon izjednačenja desnih strana jednakosti (2) i (4) izlazi:

$$m g = \gamma \frac{M m}{r^2} \quad i$$

$$M = \frac{g r^2}{\gamma} \qquad (5)$$

Uvrštenjem poznatih vrijednosti za akceleraciju slobodnog pada, srednji radijus Zemlje i konstantu gravitacije izlazi da je Zemljina masa:

$$M_{\oplus} = \frac{9{,}80665 \, (m \, s^{-2}) \, (6{,}371\,062 \times 10^{6} \, m)^2}{6{,}673\,2 \times 10^{-11} \, (m^3 \, kg^{-1} \, s^{-2})}$$

$$M_{\oplus} = 5{,}96 \times 10^{24} \, (kg) \quad 6 \times 10^{24} \, (kg)$$

Za određivanje mase planeta i Sunca izraz (5) nam ne odgovara, jer ako i znamo radijus tijela, akceleraciju sile teže na njihovim površinama, sa Zemlje ne možemo doznati. Cijeli problem rješava pratilac koji obilazi oko promatranog tijela smještenog u središtu njegove putanje. Takav primjer je opet Zemlja sa svojim satelitom Mjesecom (sl. 2). Centripetalna sila kojom Zemlja prisiljava Mjesec na kruženje ispoljava se kao privlačna gravitacijska sila između tih dvaju tijela. Moguće je, stoga, izjednačiti desne strane formula (3) i (4), te imamo:

IZRAČUNATI BROJ ZVIJEZDA NAŠE GALAKTIKE?

$$\frac{m\,v^2}{r} = \gamma \frac{M\,m}{r^2} \quad \text{i}$$

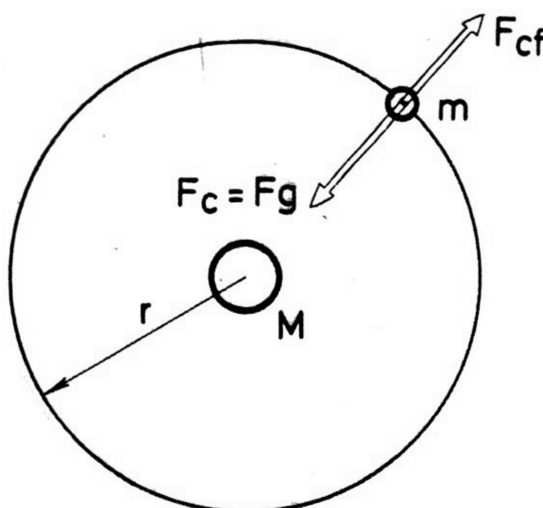
$$M = \frac{v^2\,r^2}{\gamma}$$

Supstitucijom vrijednosti obodne brzine iz izraza (1) u gornju relaciju dobijemo konačni oblik tražene relacije:

$$M = \frac{4\pi^2}{\gamma} \cdot \frac{r^3}{T^2} \qquad (6)$$

Diskusijom relacije (6) lako uviđamo da masu Zemlje, planeta, Sunca, pa i cijele Galaktike možemo izračunati ako odredimo srednji radijus ophodne putanje i vrijeme jednog obilaska njihovog pratioca. Mjerenje i određivanje tih veličina suvremenim astronomima predstavlja rutinski posao. Ovdje nas mora zadiviti činjenica da objekte u svemiru važemo tako, da ih, jednostavno, promatramo sa Zemlje.

Čitaocima prepuštam da sami provjere relaciju (6) tako da izračunaju masu Zemlje, koristeći poznate vrijednosti za Mjesec $r = 3{,}844 \times 10^8$ m i $T = 27{,}321\,66 \times 86400$ s. Rezultat će se svakako slagati s prijašnjim i iznosit će zaokruženo 6×10^{24} kg. Onima koji žele uvježbati ovakvo računanje predlažem da sami potraže podatke i izračunaju masu Marsa, Jupitera, Saturna... Uzgred ću samo pripomenuti da je određivanje mase Merkura i Venere, koji nemaju prirodne satelite, daleko teži problem koji od astronoma traži najveća promatračka i matematička umijeća.



Sada možemo izračunati masu Sunca. Sigurno već pogađate da će to biti najjednostavnije ako u relaciji (6) uvrstimo srednju udaljenost Zemlje od Sunca i vrijeme zvijezdane godine. Masa Sunca je:

$$M_{\odot} = \frac{4 \times 3{,}14^2\,(1{,}4959787 \times 10^{11}\,[m^3])^3}{6{,}7632 \times 10^{-11}\,[m^3 kg^{-1} s^{-2}]\,(31\,558\,149{,}5\,[s])^2}$$

$$M_{\odot} = 1{,}988 \times 10^{30}\,[kg] \approx 2 \times 10^{30}\,[kg]$$

Zalet koji sada uzimamo potreban nam je za misaoni napor da se vinemo na zadnju stepenicu našeg razmatranja i da jednim pogledom zahvatimo cijelu našu Galaktiku. Naš zvjezdani grad Mliječni Put ogromna je diskolika nakupina zvijezda, plinova i prašine. Gledano s lica u tom disku uočavaju se dva kraka spiralno namotana oko centralne masivne jezgre. Procjene i proračuni daju ove podatke za našu Galaktiku:

– promjer diska oko 3×10^4 PC
– debljina središnjeg dijela diska oko 3×10^3 PC
– oko 90% mase sadrže zvijezde, a 10% je međuzvjezdana materija
– preko 90% materije nalazi se u jezgri, dok je preostali dio razmješten u spiralne krakove
– Sunce je u svemu prosječna zvijezda smještena uz rub jednog spiralnog kraka oko 10^4 PC od središta
– jedan obilazak Sunca oko središta ili kozmička godina traje $2{,}4 \times 10^8$ god.

Budući je pretežni dio mase naše Galaktike skoncentriran u središnjoj jezgri, malu pogrešku ćemo napraviti ako uzmemo da je unutar Sunčeve putanje gotovo sva masa (sl. 3). Interesantno je da sva ta materija, razasuta u prostoru, ima isti utjecaj na Sunce kao i u slučaju da je sva skupljena u jednom centralnom tijelu. Otuda slijedi zaključak da relaciju (6) možemo, analogno prijašnjim razmatranjima, upotrijebiti za određivanje mase cijele naše Galaktike. Podaci koji su nam potrebni za računanje već su iznijeti, te izlazi:

$$M_{O} = \frac{4 \times 3{,}14^2\,(10^4 \times 3{,}26 \times 9{,}46 \times 10^{15}\,[m])^3}{6{,}6732 \times 10^{-11}\,[m^3\,kg^{-1} s^{-2}]\,(2{,}4 \times 10^8 \times 31556\,926\,[s])^2}$$

$$M_{O} \times 3 \times 10^{41}\,[kg]$$

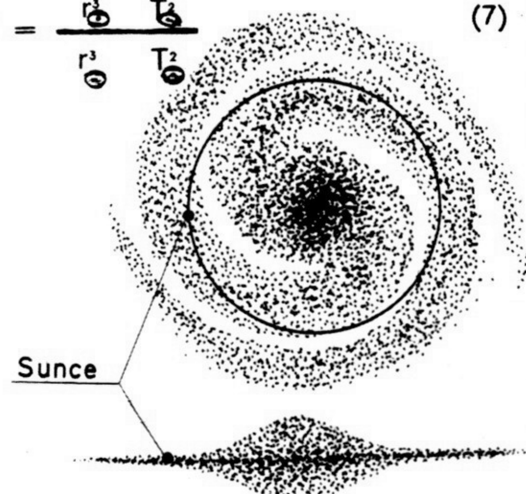
Dijeleći ukupnu masu Galaktike s masom prosječne zvijezde u njoj, masom Sunca, nalazimo broj zvijezda koje čine naš zvjezdani otok

$$N = \frac{M_{O}}{M_{\odot}} = \frac{3 \times 10^{41}\,[kg]}{2 \times 10^{30}\,[kg]} = 1{,}5 \times 10^{11}$$

Obećani kraći račun kojim dolazimo do istog rezultata, izvodimo tako da izraz za masu Galaktike podijelimo istim takvim izrazom za masu Sunca. Nakon kraćenja u konačnoj relaciji ostaju samo četiri veličine koje se odnose na Zemlju i Sunce. Uvođenjem poznatih oznaka Zemlje i Sunca za indekse tih veličina imamo:

$$N = \frac{M_{O}}{M_{\odot}} = \frac{\frac{4\pi^2}{\gamma} \times \frac{r^3_{\odot}}{T^2_{\oplus}}}{\frac{4\pi^2}{\gamma} \times \frac{r^3_{\odot}}{T^2_{\ominus}}}$$

$$N = \frac{r^3_{\odot}\;T^2_{\ominus}}{r^3_{\ominus}\;T^2_{\ominus}} \qquad (7)$$



Provjeru relacije (7) i ovaj puta prepuštam čitateljima.

U literaturi nalazimo različite podatke za broj zvijezda sadržanih u našoj Galaktici. Ipak, većina autora se slaže da ih nije manje od sto, a niti više od dvjesto milijardi. Naš se rezultat, kako vidimo, dobro uklapa među te vrijednosti.

Prof. Joža Bajuk,
Srednjoškolski centar
Čakovec

*****

U najnovije vrijeme su astronomi došli do rješenja, da mase galaktika moraju biti mnogo veće, nego što su do sada određivane. Ustvari, ovim rješenjem su astronomi izgleda riješili jedan stari problem vezan za određivanje masa galaktika, a koji je bio poznat pod nazivom »paradoks masa kod galaktika« ili pod naslovom »skrivena masa kod galaktika«.

Smatra se, da su galaktike mnogostruko masivnije nego što se do danas smatralo. Prema najnovijim otkrićima, došlo se do zaključka da masa galaktike, u prosjeku, ima do bilijun masa Sunca, a to je gotovo pet puta više od nekadašnje vrijednosti.



FOTO ZANIMLJIVOST

Jupiter sa svoja četiri poput planeta velika mjeseca, nazvanih Galilejevi sateliti, komponirani su ovdje (slika gore desno) u jednoj slici. Voyager 1 ih je početkom ožujka 1979. godine svakog posebno fotografirao. Veličine satelita na ovoj slici nisu vjerno reproducirane, ali je njihov međusobni položaj relativno dobar. Io, narančaste boje (gore lijevo), najbliži je Jupiteru. Slijedeći je Evropa (u sredini), zatim Ganimed (dolje lijevo) i Kalisto (dolje desno). Još devet mnogo manjih satelita kruži oko Jupitera. Jedan od njih, nazvan Amaltea, nalazi se unutar orbite satelita Io, dok su drugima orbite na milijune kilometara udaljene od površine planeta. Na ovoj slici ne vidi se slabašni Jupitrov prsten sazdan od čestica, kojeg je Voyager 1 prvi otkrio na svom dalekom putovanju. Iznenađujuća otkrića na Galilejevim mjesecima i planetu Jupiteru učinjena početkom ožujka dala su osnovu da se misija Voyagera 2 malko izmijeni, tako da je on prošao baš kroz Jupiterov sistem satelita 9. srpnja 1979. i načinio niz izvanredno uspjelih fotografija. Obje letjelice lete sada ususret Saturnu, a doseći će ga u studenom 1980., odnosno u kolovozu 1981. godine.

Ova fotografija (desno dolje) u bojama načinjena je 7. srpnja 1979. kada se Voyager 2 našao na 1,2 milijuna kilometara udaljen od Ganimeda, najvećeg satelita koji kruži oko Jupitera. Slika pokazuje veliko, tamno područje kružnog oblika od oko 3200 kilometara u promjeru pokriveno gusto raspoređenim svijetlim prugama. Svijetle pjege razbacane po površini mjeseca su ralativno mladi krateri nastali sudarom s manjim nebeskim tijelima. Nešto svjetlija kružna područja najvjerojatnije su nešto stariji sudarni krateri. Razgranate bjeličaste pruge predstavljaju naborani i izbrazdani teren zasigurno mlađi po postanku nego tamna područja posuta kraterima. Priroda svjetlucavih regija koje pokrivaju sjeverni dio velikog tamnog kružnog područja je neizvjesna, ali se smatra da bi to mogao biti nekakav tip kondenzata na tamnoj površini. Mnoge pojave na površini Ganimeda nastale su kao rezultat vanjskih (sudari) i unutarnjih (iz unutrašnjosti satelita) interakcija s vrlo debelom ledenom korom koja omotava površinu satelita.

Priredio: dr. G. Pichler







KVAZARI - JOŠ UVIJEK ASTRONOMSKE ZAGONETKE

Usprkos tome, što su otkriveni pred gotovo puna dva desetljeća, priroda kvazara je ostala, sve do danas, nerješiva zagonetka, obavijena gustim velom tajni. Pažnju astronoma privukla je neobičnost ovih objekata, jer su oni kršili zakone suvremene fizike, zbog čega ih je bilo nemoguće uklopiti u bilo koji poznati teorijski model.

Što je to, što kvazare čini tako zagonetnim i nepojmljivim za ljudski um?

Igrom slučaja 1962. godine jaki radio izvor, poznat kao 3C – 273, našao se zaklonjen Mjesecom. To su iskoristila trojica australskih radio-astronoma, precizno odredivši koordinate i, intenzitet zračenja izvora. Do tada je objekt astronomima bio poznat kao beznačajna zvijezda 13. veličine u zviježđu Djevice. Međutim, sada kad je 3C – 273 zablistao u novom, radio sjaju, posvećena mu je posebna pažnja. Uslijedila su detaljna optička promatranja tog dijela neba pet metarskim teleskopom na Mount Palomaru. Ali moćno kiklopsko oko nije uspjelo odgonetnuti tajnu, sakrivenu iza slabog, plavičastog sjaja tajanstvene »zvijezde«. Ipak astronomi su razotkrili jedan mali djelić tajne. Na fotografskoj ploči, kojom je snimano nebo, ostao je neobičan »projektil«, koji je izlazio iz objekta. Zvijezde ne pokazuju slične pojave, pa su astronomi zaključili da se iza izvora 3C – 273 krije nova, još nepoznata svemirska tvorevina. Zbog specifičnosti koje je pokazivao, izvor je nazvan »kvazi zvjezdanim izvorom«, što je kasnije skraćeno na poznati termin-kvazar.

Mjerenja i promatranja kvazara su izazvala zabunu, jer se snažne emisije nikako nisu mogle pripisati malim izvorima iz kojih su dolazile. Astronomi su se našli pred kontradiktornim zaključcima od kojih je bilo nemoguće stvoriti jedinstveno objašnjenje ovoga fenomena. Osnovni problem je nastao, kada je zaključeno da zbog dugog i snažnog zračenja kvazari ne mogu biti udaljeniji objekti, s čim se nije slagalo mjerenje njihovog, takozvanog crvenog pomaka, koji je pokazivao da kvazari odmiču brzinom između 15 i 90 posto brzine svjetlosti.

Energija koju nose fotoni, od kojih se sastoji svjetlo, uvjetuju boju svjetla. Tako crveno svjetlo ima najmanji, a plavo najveći energetski naboj. Prema Dopplerovom efektu do promjena u energiji, pa prema tome i u boji svjetla, dolazi zbog kretanja izvora u odnosu na promatrača. Kada se izvor približava, fotoni nose više energije i zalaze u plavi dio spektra. Obratni je slučaj s objektima koji se udaljavaju od promatrača; svjetlo tada postaje crvenije, jer fotoni donose manje energije.

Iz toga zaključujemo da bi svako tijelo, koje se približava ili kreće brzinom svjetlosti (iako Einsteinova teorija relativnosti kaže da se ni jedno tijelo ne može ubrzati do brzine svjetlosti) postalo praktički nevidljivo za promatrača, jer bi fotoni izgubili svu energiju pokušavajući stići do nas. U tom slučaju, za objekt bi se s pravom moglo reći da je na granici vidljivog svemira, na kraju svijeta.

Do koje je mjere složen ovaj problem, vezan uz kvazare, svjedoči čitav niz teorija, koje su bezuspješno pokušale povezati i objasniti međuovisnost malih i kako mjerenja pokazuju vrlo dalekih kvazara s moćnim emisijama koje iz njih pristižu.

Tamo, gdje znanost počinje gubiti dah, uvijek nastaje plodno tlo na kojem caruje mašta. Ne treba nas čuditi povezivanje kvazara s antimaterijom i mnoštvom ne manje hipotetičnih kategorija, kada se prisjetimo da je i sama priroda tih objekata podjednako fantastična.

Rezultati mjerenja crvenog pomaka, stvorila su mišljenje o postojanju dviju vrsta kvazara. Prvu grupu sačinjavaju kvazari čiji crveni pomaci ne odgovaraju pomacima bliskih galaktičkih jata. Ti kvazari naizgled krše Hubbleov zakon i principe Dopplerovog efekta, jer se kreću brzinama skoro ravnim brzini svjetlosti, odnosno u nekim slučajevima brzinama koje i po nekoliko puta premašuju svjetlosnu. Takvi rezultati su ne samo nevjerojatni već i nemogući, pa znanstvenici s pravom misle da u ovom slučaju više ne mogu imati bezgranično povjerenje u Dopplerov efekt.

U drugu grupu stavljeni su kvazari, čijim crvenim pomacima, izgleda možemo vjerovati. Astronomi ove kvazare približavaju iz tamnih, dalekih dubina Metagalaktike (»našeg vidljivog svemira«) u »susjedne« prostore okolnih galaktika. Prema jednoj teoriji ti kvazari bi bili galaktike u čijim se sjajnim jezgrama nalazi crna jama oko koje kruži disk zvjezdane materije.

Zamisao o crnim rupama prvi je prezentirao Pierre Simon Laplace prije dva stoljeća. Suvremenu sliku fenomena crnih jama dao je 1916. godine Karl Schwarzschild razradivši Einsteinovu opću teoriju relativnosti, tj. dio koji se odnosi na prirodu gravitacije. Schwarzschild je opisao hipotetično područje svemira kojim vlada snažno gravitaciono polje. Polje je rezultat ultra-masivnog tijela, koje tumačimo u okviru četiri, nama poznate, dimenzije, kombinirajući prostor i vrijeme. Posljednja granica s koje je povratak dijelova materije koji se kreću brzinom svjetla još moguć, nazvana je Schwarzschildov radijus ili jednostavnije horizont. Iza nje prostire se crna jama, zona u kojoj je materija izmijenila svoj oblik tvoreći mjesto u kojem prostor i vrijeme gube smisao. Sila gravitacije tog objekta toliko je snažna da čak ni fotoni ne mogu ponijeti svjetlo izvan tamnog obruča Schwarzschildovog radijusa. Crna jama nastaje smrću divovskih zvijezda, čija masa i po nekoliko desetaka puta premašuje masu Sunca.

U zvijezdi se s vremenom gasi termonuklearna vatra i tako nestaje sile koja se je milijunima godina opirala gravitaciji. Masivni, gornji slojevi gube oslonac i započinje proces urušavanja materije do forme crne jame.

Sunce, naša zvijezda, je premala i nedovoljno masivna da bi mogla sudjelovati u toj »igri«. Ipak, usporedbe radi reći ćemo da kad bi Sunce ne-





kim slučajem postalo crnom jamom njegov sadašnji polumjer od 700.000 kilometara, gravitacija bi srušila na »lopticu« polumjera — tri kilometra!

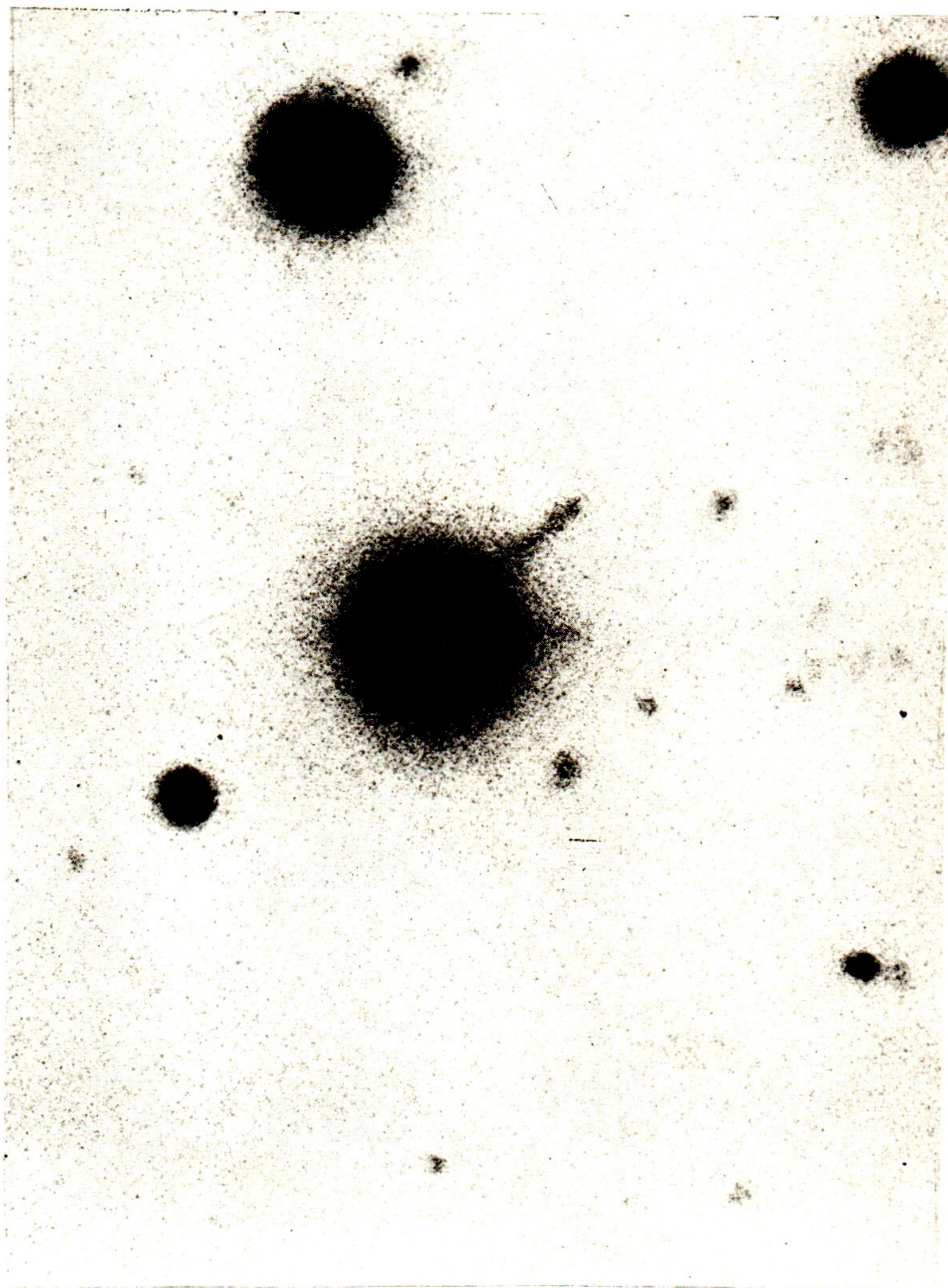
Ako su kvazari stvarno galaktike u kojima se kriju hipotetične crne jame, tada masa crne jame ne može biti manja od 100 milijuna, odnosno veća od 10 milijardi Sunčevih masa. U prvom slučaju crna jama bi bila premala i snažno zračenje bi raznijelo disk koji je okružuje, dok bi u drugom slučaju masivnost postala prijetnjom cijeloj galaktici.

Veliku zagonetku predstavljaju česte promjene sjaja kvazara, koje se odigravaju u vrlo kratkim periodima od nekoliko dana ili čak nekoliko sati. Područje iz kojeg dolazi snažno zračenje približno je veliko kao Sunčev sustav, što se poklapa s dimenzijama sjajnog diska materije koji okružuje crnu rupu.

Postoji više načina kojima možemo objasniti formiranje diska materije. Kada zvijezda postane crveni div, njeni vanjski slojevi pobjegnu u svemir. Taj materijal prikuplja se u centru galaktike privučen gravitacionim silama diska i crne jame. Ali postoji i drugi maštovitiji izvor »hrane« za crne jame. Zvijezde se u galaktici kreću po svojim stazama oko centra galaktike. Neke staze nalaze se relativno blizu jezgre, pa ih snažna gravitacija crnih jama privlači u gusti oblak mrtve zvjezdane materije koja okružuje crnu jamu. Taj model dobio je naziv »crna struja«, jer gravitacija poput dugačke ruke hvata i donosi, zvijezde pred moćnu crnu jamu.

Međutim, kvazari ne zrače samo svjetlo, oni često proizvode jake radiosignale. Što stvara svemirske zrake i magnetske emisije koje dolaze s kvazara? Ponovo nam odgovor daje disk materije koja okružuje crnu jamu. Plinoviti omotač zvijezde i međuzvjezdani plin, koji ispunjavaju disk sadrže slabo magnetsko polje. Kada plin uđe u disk započinje urušavanje po spirali u pravcu crne jame. Spiralno kretanje plina izaziva višestruko pojačavanje primarnog magnetskog polja. Snaga polja u nekim slučajevima može izazvati i eksploziju diska. U tom procesu disk proizvodi svemirsko zračenje, slično kao što to čini i Sunce.

U ovom svjetlu, crna jama odgovara na mnoštvo nepoznanica i gotovo u potpunosti objašnjava prirodu kvazi zvjezdanih izvora. Ali takvo tumačenje postavlja i neka nova pitanja. Postoje li negdje u svemiru crne jame, odakle dolaze i kako nastaju? Nitko još nije u mogućnosti tvrditi da crne jame postoje i dokazati da se one



Kvazi-zvjezdani izvor 3C-273 snimljen pet-metarskim teleskopom na Mt. Palomaru. Slika je negativ. Objekt izgleda kao zvijezda 13. veličine, ali od zvijezde se razlikuje zbog neobičnog »projektila« koji napušta velikom brzinom izvor 3C-273.

Slična, ali za sada još neobjašnjena pojava zabilježena je i kod galaktike M-87.

uistinu negdje nalaze. O tome kako nastaju već smo nešto rekli, a sada ćemo to i upotpuniti.

Galaktike su ogromni zvjezdani »gradovi« napučeni milijardama zvijezda. Između tolikog broja zvijezda nije teško pronaći veliki broj divova čije putanje prolaze vrlo blizu središtu galaktike. Nekada davno, urušavanjem nekog diva mogla je nastati mala crna jama, koja je rasla gutajući međuzvjezdanu materiju i obližnje zvijezde, čije su joj se putanje našle u blizini. U trenutku kada crna jama dostigne masu od sto milijuna Sunčevih masa, disk materije koji u nju pada postaje dovoljno sjajan i galaktika postaje kvazar. Poslije milijun ili desetak milijuna godina crna jama »pojede« svu okolnu materiju i bliske zvijezde. Njen rast prestaje, jer se najbliže zvijezde i materija nalaze predaleko, izvan dohvata gravitacionih sila crne jame. Kvazar je mrtav, ali velika crna jama ostaje zauvijek sastavni dio galaktike.





Što god kvazari bili, sigurno je da su mnogi mrtvi ili uspavani. Astronomi nekolicine zemalja kombinirali su svoja promatranja i mjerenja u cilju dokazivanja da se divovska crna jama, najvjerojatnije mrtvi kvazar, nalazi u jezgri galaktike M — 87. Ova galaktika je izvor radio emisija i neobičnog »projektila« vrlo sličnog »projektilu« kvazi zvjezdanog izvora 3C — 273. Nekoliko različitih promatranja navodi na mogućnost postojanja tamnog tijela, mase desetak Sunčevih masa, smještenog u jezgri galaktike. Astronomi su zapazili neobično brzo kretanje zvijezda u centru galaktike M — 87, kao da zvijezde privlači nevidljiva sila, koja ih sakuplja oko galaktičke jezgre. Promatranja galaktika sličnih M — 87 ne pokazuju takve pojave, ali izvođenje nekih ozbiljnijih zaključaka, smatraju znanstvenici morat će pričekati još desetak, a možda i više godina.

Velika pomoć u otkrivanju crnih rupa u galaktikama, ako se one stvarno tamo nalaze, bit će suvremena kamera konstruirana za potrebe engleskog Kraljevskog opservatorija jer će se pomoću ove kamere moći napraviti reljefna mapa sjaja promatranog objekta.

Vrijeme će pokazati hoće li ovaj model dati pravi i konačni odgovor na pitanje što su kvazari ili će se i on pridružiti brojnim teorijama koje su nemoćno zastale pred tom zagonetkom. Postavlja se pitanje, ne traži li objašnjenje kvazara novi, revolucionarni pristup, koji bi protumačio ovu neobjašnjivu pojavu, na način sličan načinu, na koji je teorija relativnosti protumačila probleme s kojima se susretala suvremena fizika dvadesetog stoljeća?

Priredio: NEVIO SRZIĆ

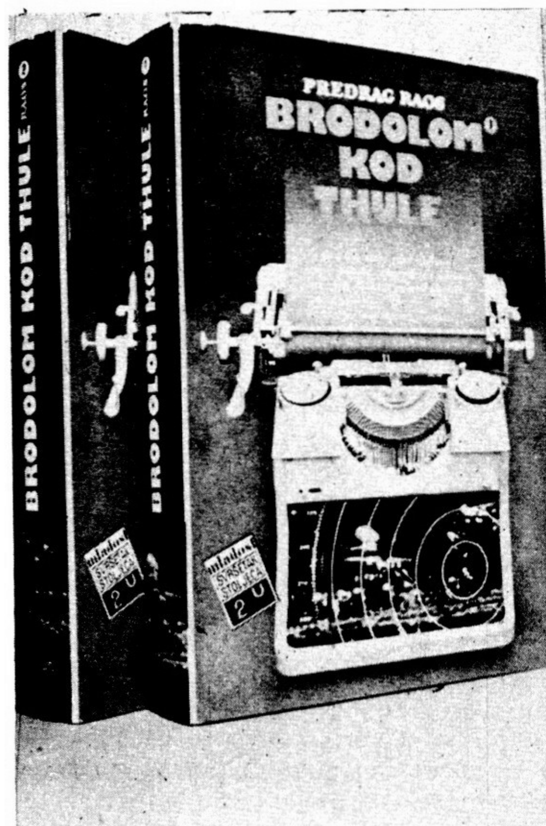


PRODAJE SE TELESKOP japanske proizvodnje s promjerom objektiva 40 mm i uvećanjem od 40 puta (1000 din) i teleskop »Vega« s promjerom objektiva 46 mm i povećanjem 40 puta (800 din.). Obratiti se na adresu: Jan Žarko, Kamniška 52 62000 Maribor.

NOVA KNJIGA

'BRODOLOM KOD THULE'

Nedavno je u izdanju zagrebačke »Mladosti«, u biblioteci »Svršetak stoljeća« izišao futuristički roman Predraga Raosa »Brodolom kod Thule«. Djelo je tiskano u dvije knjige, a opseže 850 stranica. PREDRAG RAOS rođen je 1951. u Zagrebu, a tu je 1975. i diplomirao kemiju na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Republički SIZ za kulturu stimulirao mu je omladinski roman »22. rujna« (izdala »Mladost« 1978.) i znanstveno-fantastični »Mnogo vike nizašto«.



Povodom izlaska »Brodoloma kod Thule« razgovarali smo s autorom.

Pitanje: U »Brodolomu kod Thule« dvije stvari iznenađuju već na prvi pogled. Najprije njegova dužina (850 stranica), posve neuobičajena za znanstvenofantastični žanr, i drugo, činjenica da se djelo pojavilo u biblioteci koja inače objavljuje romane na suvremene teme...

Odgovor: Ne bih se složio da je »Brodolom kod Thule« znanstvenofantastični roman. Radije bih rekao da je futuristički.

P: Kakva je razlika?

O: Znanstvenofantastični roman polazi od nekakve fantastične pretpostavke. »Brodolom kod Thule« je zapravo povijesni, realistički roman — čija se radnja zbiva u 27. stoljeću. Pretpostavka da će svijet u 27. stoljeću još uvijek postojati i da će izgledati kao što sam ga prikazao, nije fantastična — ona počiva na trezvenim procjenama. Upravo zato što je futuristički, »Brodolom kod Thule« morao je biti tako dug. Nije trebalo stvoriti samo događaj, već prikazati čitav jedan neviđeni svijet, duh jednog budućeg vremena... Upravo zato što je »Brodolom kod Thule« roman o jednom vremenu, smatram da je mnogo bliži povijesnoj nego li fantastičnoj literaturi.

P: Roman je, dakle, donekle vizionarski?

O: Svaka je istinska literatura »vizionarska«, bez obzira daje li »viziju« prošlosti, sadašnjosti ili budućnosti...

P: Mislimo ovdje na tehničke detalje koji mogu djelovati kao proročanstva...

O: Istina je da sam u »Brodolomu kod Thule« pokušao, između ostalog, predvidjeti kojim će putem udariti tehnika. Ipak, radi se o sedam stotina godina, a ja vidovnjak nisam. Detalji nisu važni, važni su glavni trendovi: stvaranje jedinstvenog sirovinskog sistema u sunčevom sustavu, automatizacija, kompjuterizacija, reciklizacija, integralno rudarstvo, najšira upotreba termonuklearne energije, magnetovakuumske komunikacije, letovi kroz svemir bez upotrebe reaktivnog pogona... I naravno, od svega je najvažnije bilo naslutiti duh jednog budućeg vremena.

P: Okosnica je radnje prvi čovjekov interstelarni let. Zašto baš to?

O: Motiv nije odabran slučajno. Kako je roman »povijesni«, morao se u fokus staviti jedan »historijski« događaj. Junaci rješavaju svoje ljudske probleme i tako stvaraju povijest... To je roman o velikim događajima koji su zahtijevali velike ljude.

P: Mogao je to biti i neki drugi događaj, neko drugo vrijeme...

O: Pisca privlače vremena — iz povijesti ili budućnosti, svejedno — koja imaju sličnosti s njegovim. Zbog toga je »Brodolom kod Thule« na neki način i suvremeni roman, i zato je i izišao u »Svršetku stoljeća«.

P: U čemu se očituje ta sličnost vremena?

O: Mi trebamo steći planetarnu viziju, shvatiti da nismo stanovnici Zemlje, već Sunčeva sistema. U romanu junaci trebaju shvatiti da su stanovnici galaktike, a ne našeg panetnog sustava...

P: Kao što nam je poznato, svoj ste prvi članak, još kao gimnazijalac, objavili upravo u našem časopisu. Usporedili ste čovjekov prodor u svemir s izlaskom života na kopno. Jesu li moguće paralele između tog teksta i romana?

O: Apsolutno! Koliko god izgledalo neobično — s obzirom na opseg, godine i pretenzije — osnovno je ostalo isto. Širenje u svemir nije samo uzbudljiva avantura puna opasnosti, kako ga žele prikazati pisci jeftinih znanstvenofantastičnih romana. Taj put je prirodni put života, to je osvajanje jedne nove dimenzije, početak nove evolucijske ere, početak stvaranja novog čovjeka, Homo galacticusa.

Red.



ODRŽANA SKUPŠTINA ASTRONOMSKO-ASTRONAUTIČKOG DRUŠTVA SR HRVATSKE

U prostorijama Zvjezdarnice održana je, 7. siječnja godišnja skupština Astronomsko-astronautičkog društva SRH (AAD). U izvještajima je predočena cjelokupna djelatnost Društva u vremenu između dvije skupštine. Od prošlogodišnje Izvanredne skupštine AAD Društvo je konstituirano na delegatskom principu i djeluje kroz 11 sekcija. Nakon iscrpnih izvještaja i diskusije data je razrješnica bivšem rukovodstvu, a zatim je izabran novi predsjednik AAD. Predsjednikom je postao dr Vladimir Ružđak, astrofizičar, višegodišnji član Društva i suradnik Zvjezdarnice. Pored svojih redovitih aktivnosti, dr Ružđak je posebnu pažnju posvećivao populariziranju i unapređivanju astronomije među mladima, što je jedan od temeljnih zadataka našeg Društva. U svojoj pozdravnoj riječi dr Ružđak se zahvalio dosadašnjem rukovodstvu i predsjedniku Stjepanu Šunticu, a zatim je u kraćem osvrtu na stanje astronomije u Hrvatskoj ukazao na njen vidan napredak. Danas imamo profesionalni astronomski opservatorij, diplomirane astronome kojih će uskoro biti još više, u visoko školskom programu uvedena je nastava astronomije, provode se natjecanja u znanju iz astronomije u osnovnim i srednjim školama, održavaju se astronomski kampovi itd. Svega toga donedavno nije bilo. Napredak astronomije na svoj način pokazuje i časopis »Čovjek i svemir« koji se nekada prodavao u svega 2000 primjeraka a danas mu je tiraž oko 50000 u čemu je velika zasluga dr-a Divjanovića. Na kraju je dr Ružđak ukazao na potrebu da AAD više surađuje s ostalim astronomskim društvima i svim organizacijama koje se bave astronomijom. Po završetku skupštine održan je konstituirajući sastanak Izvršnog odbora AAD. Sekcije su u IO delegirale 22 člana. Izabrano je i novo rukovodstvo AAD: tajnik Miroslav Berić, blagajnik Rosana Šimunović i bibliotekar ing. Hrvoje Božić.

M. B.

NAGRADNI NATJEČAJ

ODGOVORI NA PITANJA IZ BROJA 3

Pitanje 1. Zbog kojeg razloga repatica upravlja svoj rep u suprotnom smjeru od Sunca?

Odgovor: Zbog djelovanja Sunčevog vjetra.

Pitanje 2. Koji je plin najzastupljeniji u gustoj Venerinoj atmosferi i približno u kojem omjeru?

Odgovor: Ugljični dioksid (97%)

Pitanje 3. Koja će dva planeta biti u opoziciji početkom 1980. godine, gotovo istog dana?

Odgovor: Mars i Jupiter.

Pitanje 4. Koliko puta više svjetla prima najveći objektiv na Mount Palomaru od zjenice ljudskog oka kada je ona najrašírenija (oko 8 mm)?

Odgovor: Oko 400.000 puta.

Pitanje 5. Koje će godine Pluton navršiti puni okret oko Sunca od dana svog otkrića?

Odgovor: Godine 2.178.

REZULTATI NATJEČAJA

1. nagrada: Tomislav Staničić, Andrijevci, 2. nagrada: Suzana Brklja, Lukićevo, 3. nagrad: Nikola Nešić, Vršac, 4. nagrada: Miodrag Dovijarski, Vrbas, 5. nagrada: Sanda Saili, Zaprešić, 6. nagrada: Damir Kovačić, Zagreb, 7. nagrada: Mihael Slivar, Velenje.

NOVI NATJEČAJ

1. Što je to »kozmička godina« i koliko ona traje?
2. Na kojem se kemijskom elementu osniva sav živi svijet na našem planetu?
3. Koliko godina u prosjeku treba proći da bi se totalna pomrčina Sunca vidjela na jednom te istom mjestu?
4. U blizini koje sjajne zvijezde se na nebeskom svodu prividno nalazi zvjezdani skup M-41?
5. Kako se zovu dvije najpoznatije maglice-galaktike, za koje Evropljani nisu znali sve do Velikih geografskih otkrića?

***

1. nagrada: knjiga »Tamo gdje se zvijezde rađaju«, 2. nagrada: karta Mjeseca, 3. nagrada: knjiga »Zvijezde, pulsari, kolapsari«, 4. nagrada: knjiga »Drama u svemiru«, 5. nagrada: Karta zvjezdanog neba, 6. nagrada: knjiga »Mt. Palomar« i 7. nagrada: karta Sunčev sustav.

Rješenja za natječaj šalju se na adresu: Zvjezdarnica, 41001 Zagreb, Opatička 22, pp 943. Rok natječaja je 31. III 1980. godine. (Odgovore molimo slati na poštanskoj dopisnici.)

NAŠE

Zima je na izmaku, a zemlja i ljudi pripremaju se za dolazak novog godišnjeg doba – proljeća. Na južnom nebu još uvijek dominira veliki zimski šesterokut.

Kumovska Slama (Mliječni Put) proteže se od sjevernog obzora, zapadno od zenita prema jugozapadnom obzoru.

Na istoku izlaze i dižu se nad obzorom Herkul, Sjeverna Kruna, Volar, Djevica, Lav i Hidra.

Kao i uvijek na našem nebu je prisutno 7 cirkumpolarnih zviježđa: Veliki i Mali Medvjed, Zmaj, Cefej, Kasiopeja, Ris i Žirafa.

Južnim nebom dominira veliki zimski šesterokut, unutar kojeg se smjestilo najljepše zimsko zviježđe Orion.

Za zapadni obzor polako tonu Veliki Pas, Zec, Rijeka Eridan, Ovan i Andromeda.

Upoznajmo zviježđa

U prošlom broju našeg časopisa pažnju smo posvetili desnoj odnosno zapadnoj strani velikog zimskog šesterokuta pa nam sad preostaje lijeva odnosno istočna strana. To su tri »vrha«: Sirius, Procyon i Kastor i njihova zviježđa: Veliki Pas, Mali Pas i Blizanci. Osim ovih zviježđa upoznat ćemo i zviježđa bez sjajnijih zvijezda u njihovoj neposrednoj blizini: Jednorog, Hidra i Rak.

Veliki Pas (Canis Maior)

Za glasovitost ovog zviježđa zaslužna je njegova glavna zvijezda alfa, Sirius ili Pseća zvijezda – najsjajnija zvijezda cijelog neba. Sirius je plava zvijezda prividne zvjezdane veličine – $1{,}56^m$. Svoj sjaj zahvaljuje ne svojoj veličini jer je promjerom samo dvostruko veća od Sunca, nego udaljenošću. Naime, njezina svjetlost nam dolazi sa udaljenosti od oko 9 godina svjetlosti. Sirius je dvojna zvijezda s pratiocem, nazvanim Sirius B ($8{,}6^m$), koji spada u tip bijelih patuljaka, zvijezda fantastične gustoće.

Beta ili Mirzam je zvijezda 2^m, udaljena 650 g.s.

Delta ili Vezen udaljena je od nas 1100 g.s.

Epsilon ili Adhara je zvijezda supergigant, čija nam svjetlost dolazi s udaljenosti od 470 g.s.

Eta ili Aludra je supergigant, udaljen 1300 g.s.

UW je pomrčinska dvojna zvijezda, s promjenom sjaja u intervalu od 4,5 do $4{,}8^m$.

M 41 je otvoreni skup zvijezda.

Mali Pas (Canis Minor)

Alfa ili Procyon je žuta zvijezda $0{,}48^m$, udaljena od nas 11 g.s. To je dvojna zvi-

Slika na posljednjoj stranici prikazuje pružanje pojasa totalne pomrčine Sunca 16. II 1980. kroz Istočnu Afriku. Ekipa naših astronoma promatrala je pomrčinu nedaleko od grada Malindija uz obalu Indijskog oceana (označeno križićem). Na manjoj slici prikazan je čitav tok pomrčine od Atlantskog oceana do Kine.

NEBO

Izgled našeg neba sredinom ožujka u 21 sat

jezda čija je druga komponenta bijeli patuljak.

Beta ili Gomeisa je zvijezda $3,09^{m}$, udaljena 136 g.s.

Gama je zvijezda $4,6^{m}$, udaljena 250 g.s.

Blizanci (Gemini)

Alfa ili Kastor je višestruka zvijezda. S manjim teleskopom vidljive su dvije plave komponente (1,58 i $2,89^{m}$), a uz pomoć većeg teleskopa vidljiva je treća crvenkasta komponenta. Svaka od njih je spektroskopski dvojna zvijezda.

Beta ili Poluks je gigant $1,21^{m}$, udaljen 35 g.s. U današnje vrijeme Poluks je sjajniji od Kastora, no nekad je bilo obrnuto pa je to razlog da ova zvijezda nosi grčku oznaku beta.

Gama ili Alhena je zvijezda $1,93^{m}$.

Delta ili Vasat je dvojna zvijezda s žutom i crvenom komponentom (3,5 i $8,2^{m}$).

Epsilon ili Mebsuta je supergigant $3,18^{m}$, udaljen 1100 g.s.

Zeta ili Mekbuda je promjenljiva zvijezda tipa cefeida, s promjenom sjaja od 3,9 do $4,3^{m}$.

Eta ili Tejat je promjenljiva zvijezda promjene sjaja 3,1 do $3,9^{m}$.

M 35 je otvoreni skup zvijezda.

Jednorog (Monoceros)

Alfa je gigant $4,07^{m}$, udaljen 180 g.s.

Beta je trojna zvijezda s komponentama 4,74; 4,64; i $5,6^{m}$, udaljena 470 g.s.

Delta je zvijezda 4,09, udaljena 180 g.s.

S je nepravilna promjenljiva zvijezda, promjene sjaja 4,2 do $4,6^{m}$.

NGC 2264 je otvoreni skup zvijezda u blizini zvijezde S.

NGC 2353 i NGC 2422 su otvoreni skupovi zvijezda.

Rozeta je naziv poznatog lijepog difuznog oblaka.

M 46 i M 50 su otvoreni skupovi zvijezda.

Hidra (Hydra)

Alfa ili Alfard je gigant $2,16^{m}$, udaljen 130 g.s.

Beta je plava zvijezda $4,40^{m}$, na udaljenosti 270 g.s.

R je promjenljiva zvijezda tipa mirida. Period promjene sjaja je 387 dana, a sjaj varira od 3,5 do $10,9^{m}$.

NGC 3242 je planetarna maglica, a M 83 je galaktika.

Rak (Cancer)

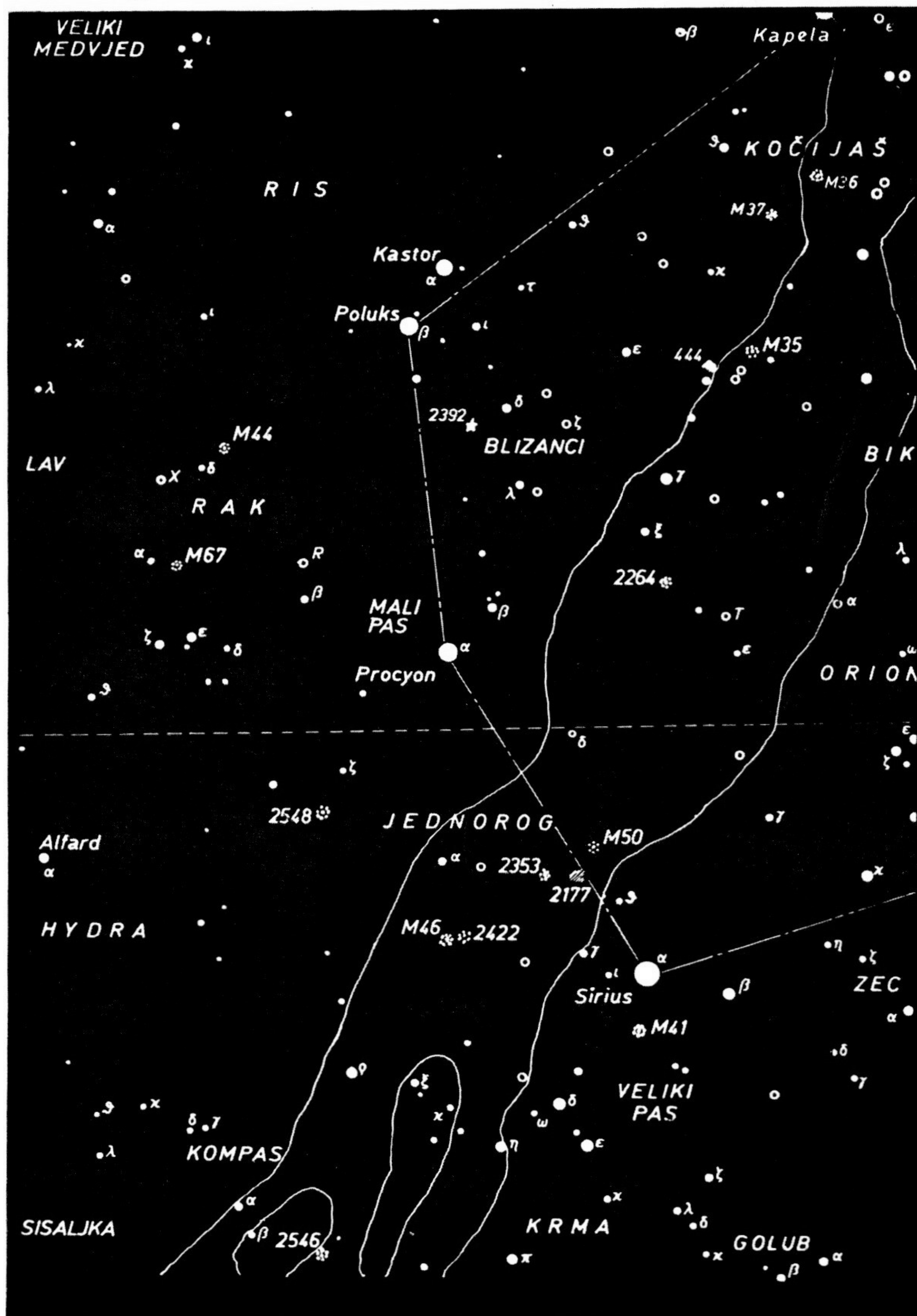
Alfa ili Akubens je dvojna zvijezda, udaljena oko 93 g.s. s komponentama 4,27 i 11^{m}.

Gama je gigant $4,17^{m}$, udaljen 220 g.s.

Zeta je peterostruki sistem zvijezda, udaljen 78 g.s.

M 44 je otvoreni skup zvijezda, poznat pod nazivom Jaslice (Praesepe).

M 67 je otvoreni skup zvijezda.



Crtež prikazuje dio Velikog zimskog šesterokuta, koji nije opisan u prošlom broju ovog časopisa, a to su zviježđa; Blizanci, Mali Pas i Veliki pas, sa zvijezdama; Poluks, Procyon i Sirius, koji čine vrhove ovog dijela šesterokuta.

Položaj planeta

Merkur se dana 6. užujka nalazi između Zemlje i Sunca, a već 2. travnja vidljiv je u najvećem jutarnjem otklonu od Sunca, čak 28°.

Venera se početkom ožujka nalazi u zviježđu Riba i Ovna, a krajem mjeseca već ulazi u zviježđe Bika. U odličnom je položaju za promatranje nad zapadnim obzorom, jer je dana 5. travnja u maksimalnom otklonu od Sunca. Zanimljiv će biti vrlo bliski prividni susret Venere i skupa zvijezda Vlašići ili Plejade u Biku dana 3. travnja.

Mars se dana 26. veljače nalazi najbliže Zemlji i bit će na udaljenosti od 101,3 milijuna kilometara. Do 7. travnja kreće se retrogradno u zviježđu Lava.

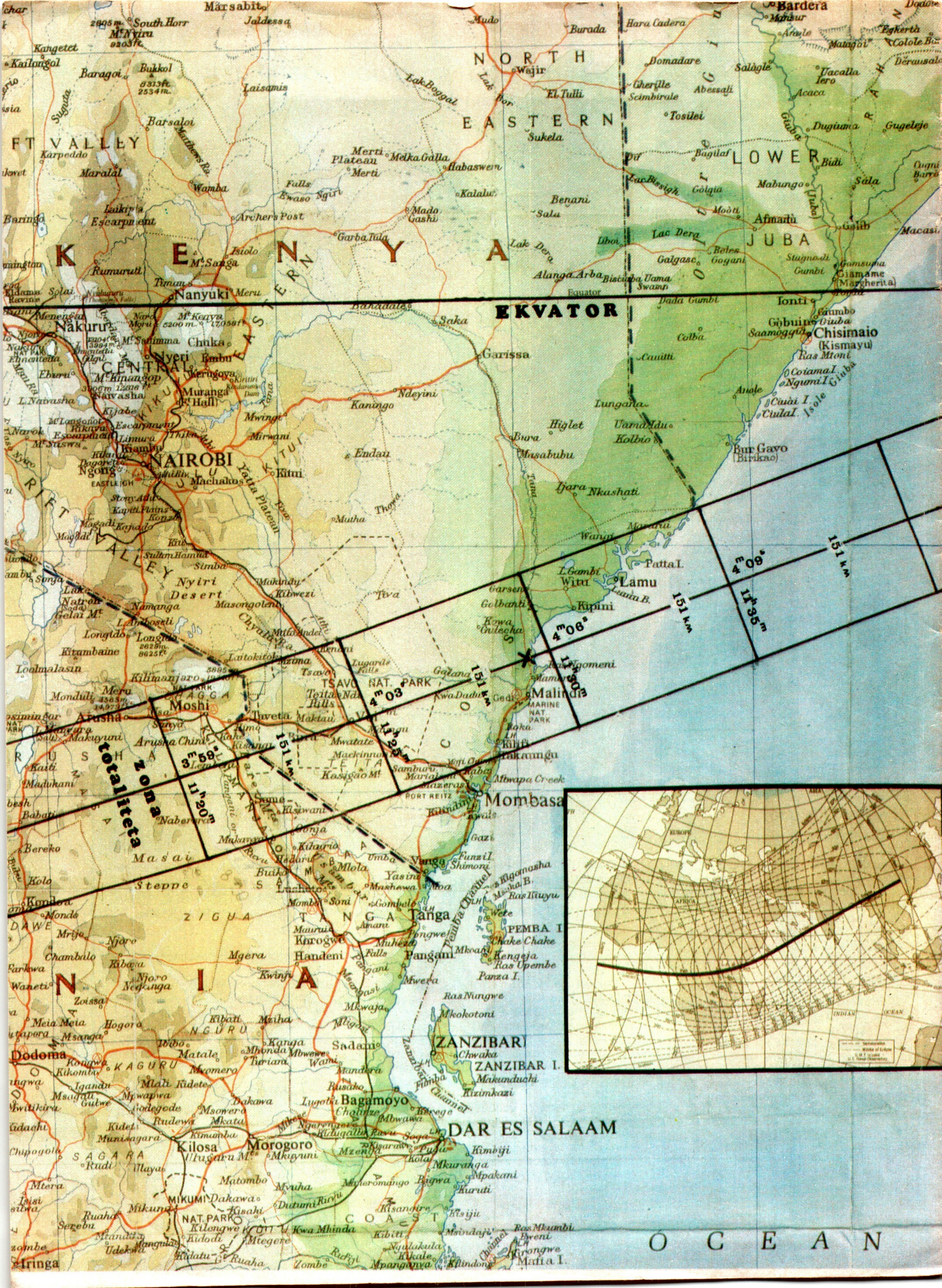
Jupiter se kreće u zviježđu Lava na nebeskom svodu prividno vrlo blizu Marsa. Kreće se retrogradno i u povoljnom je položaju za promatranje.

Saturn se kreće retrogradno u zviježđu Djevice. Početkom travnja prelazi u zviježđe Lava. Dana 14. ožujka nalazi se u opoziciji sa Suncem i vidljiv tokom cijele noći.

Proljeće počinje dana 20. užujka u 12 sati i 10 minuta po srednjeevropskom vremenu.

Tatjana i Gustav Kren,
suradnici Zvjezdarnice





KENYA
EKVATOR
NORTH EASTERN
LOWER JUBA
Zona totaliteta
151 km
4m03s
11h25m
3m59s
11h20m
4m06s
11h30m
4m09s
11h35m
NAIROBI
Nakuru
Nanyuki
Nyeri
Chuka
Machakos
Moshi
Arusha
Mombasa
Malindi
Lamu
Chisimaio
Garissa
TSAVO NAT. PARK
Tanga
Pangani
ZANZIBAR
DAR ES SALAAM
Bagamoyo
Morogoro
Kilosa
Dodoma
Iringa
OCEAN
PEMBA I.
Mafia I.
Masai Steppe
Nyiri Desert
RIFT VALLEY
CENTRAL